

# 2013 年度 修 士 論 文

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－

郭 静  
Guo, Jing

東京大学大学院新領域創成科学研究科  
社会文化環境学専攻



# 目次

## 第1章 序論

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1.1 研究背景                      | 1 |
| 1.1.1 会議室の現状                  | 1 |
| 1.1.2 会議のカテゴリライズ              | 2 |
| 1.2 既往研究                      | 4 |
| 1.2.1 異なる音環境が空間印象に及ぼす影響に関する研究 | 4 |
| 1.2.2 異なる音環境が会話行動に及ぼす影響に関する研究 | 5 |
| 1.2.3 まとめ                     | 5 |
| 1.3 研究目的                      | 6 |
| 1.4 論文構成                      | 6 |

## 第2章 吸音対策が会話コミュニケーション印象に及ぼす影響

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 2.1 はじめに              | 9  |
| 2.2 音響特性の把握           | 9  |
| 2.2.1 室内音響指標          | 9  |
| 2.2.2 測定方法            | 11 |
| 時間と場所                 | 11 |
| 測定概要                  | 12 |
| 測定システム                | 13 |
| 測定条件                  | 14 |
| 2.2.3 測定結果と考察         | 17 |
| 2.3 模擬会議実験            | 20 |
| 2.3.1 実験目的            | 20 |
| 2.3.2 実験概要            | 20 |
| 時間と場所                 | 20 |
| 被験者                   | 20 |
| 実験手順                  | 21 |
| 会話内容                  | 21 |
| アンケート内容               | 22 |
| 実験計画                  | 23 |
| 2.3.3 実験結果と考察         | 25 |
| 等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) | 25 |
| 評価項目の関連性              | 26 |
| 音環境が各評価項目に対する影響       | 28 |

|       |           |    |
|-------|-----------|----|
| 2.4   | 残響比較実験    | 35 |
| 2.4.1 | 実験目的      | 35 |
| 2.4.2 | 実験概要      | 35 |
|       | 時間と場所     | 35 |
|       | 被験者       | 35 |
|       | 実験手順      | 35 |
|       | アンケート内容   | 36 |
|       | 実験計画      | 36 |
| 2.4.3 | 実験結果と考察   | 38 |
|       | 評価項目間の関連性 | 38 |
|       | 前半実験の結果   | 38 |
|       | 後半実験の結果   | 39 |
| 2.5   | まとめ       | 40 |

### 第3章 吸音対策が「聴取」と「発話」に及ぼす影響

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 3.1   | はじめに        | 43 |
| 3.2   | 音響特性の把握     | 43 |
| 3.2.1 | 測定方法        | 44 |
|       | 時間と場所       | 44 |
|       | 測定概要        | 45 |
|       | 測定システム      | 45 |
|       | 測定条件        | 45 |
| 3.2.2 | 測定結果と考察     | 47 |
| 3.3   | 音声評価実験      | 51 |
| 3.3.1 | 実験目的        | 51 |
| 3.3.2 | 実験概要        | 51 |
|       | 時間と場所       | 51 |
|       | 被験者         | 52 |
|       | 実験音源        | 52 |
|       | 使用機材        | 52 |
|       | 実験手順        | 53 |
|       | アンケート内容     | 54 |
|       | 実験計画        | 55 |
| 3.3.3 | 実験結果と考察     | 57 |
|       | 評価項目間の関連性   | 57 |
|       | 全般的な評価      | 57 |
|       | 聞こえた音に対する評価 | 62 |
|       | 自分の声に対する評価  | 68 |
|       | 主成分分析       | 73 |
| 3.4   | まとめ         | 77 |

### 第4章 総括

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| 4.1 | 全体のまとめ | 79 |
| 4.2 | 今後の課題  | 81 |

|      |              |     |
|------|--------------|-----|
| 付録 A | 模擬会議実験に関する資料 | 83  |
|      | 教示文          | 84  |
|      | 会話テーマシート     | 85  |
|      | アンケート        | 88  |
| 付録 B | 残響比較実験に関する資料 | 91  |
|      | アンケート        | 92  |
| 付録 C | 音声評価実験に関する資料 | 95  |
|      | 教示文          | 96  |
|      | アンケート        | 97  |
| 参考文献 |              | 111 |
| 謝辞   |              | 113 |



# 第1章

## 序論

### 1.1 研究背景

#### 1.1.1 会議室の現状

現在、知識社会の下で、知的生産性を向上させるのが注目され、組織における情報交換や会話コミュニケーションなどがますます重要になる。会議室はその場として、役割も以前より重要視され、貸し会議室も現れてきた。会議室における会話コミュニケーションの効率や質を高める上で、室内の温度や照明など、いろいろな要因と関わっている。その中、音環境も重要な要因となりえる。会議室のより良い音環境を作るために、基本的な音声伝達性能を確保するだけでは現在の需要に満たさなくなり、疲労が生じにくい音質や気分を活性化する雰囲気求められる。例えば、部屋の開放感や高級感など、雰囲気が変わったら、会話コミュニケーションに対する印象も変化すると考えられる。

そして、今会議室が存在している問題は、会議形式の分類から言うと、中小会議室では、経済面と心理面などの原因で吸音や遮音措置をされていないケースが多く、部屋が響きすぎ、フラッターエコーなどの音の障害が生じやすい。大会議室では、人と人の距離が遠くなり、マイクロホンとスピーカーが付いているのは一般的だが、拡声より会話情報が外への漏れもひどくなる。またテレビ会議に関しては、音声信号を伝送する時、遠隔システムの動作による室内の暗騒音をコントロールしないと大きな問題になるだろう。

以上の問題を解決するために、吸音・遮音対策は不可欠である。それで、吸音パーティションやパネルの運用も流行ってきた。しかし、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。



(a)小型会議室



(b)中型会議室

図 1-1 中小会議室のイメージ

## 1.1.2 会議のカテゴリイズ

吸音対策による空間や会議の印象変化を調査する前に、そもそも会議にはどんな印象が持たれるのかを考える必要がある。会議室は普段の打合せや、採用面接、社員の研修、来客のもてなしなど、いろいろな役割があり、会議の種類によって印象も違う。



会議の参加者と目的によって、参加者の身分が話者か聴者か、会議の情報に対する加工が必要かどうか、2軸の分類ができる。この二つの軸で分類すると、一つは一人の話者とたくさんの聴衆でコミュニケーションをする形（1対N）、あるいは話者と聴者がい一緒になり、たくさんの人の間自由に話し合う形（N対N）である。もう一つは、会議中に情報を交換し、みんながそのままで共有する形（情報を受ける）、あるいは情報に対してアドバイスやアイデアなどを出す形（意見を出す）である。この2軸を組み合わせて会議の型を考えると、図1-2のカテゴリライズになる。

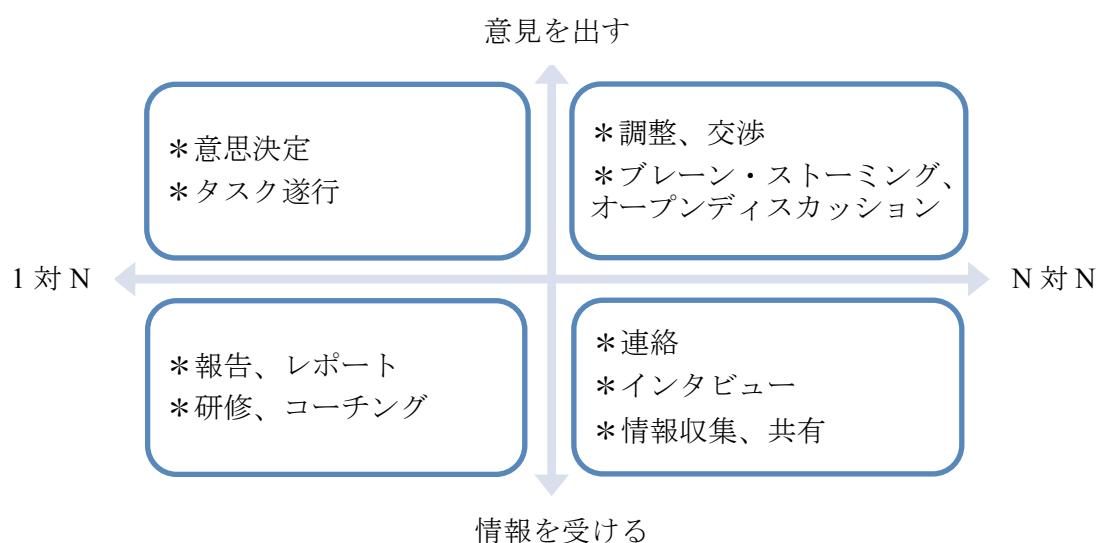


図 1-2 会議のカテゴリライズ

会議の種類によって印象もそれぞれけれど、まとめて言うと、人間は会議室で活動する時ありえる印象はおおよそ4種類：室内全体的な印象、室内の音の印象、話声の印象とコミュニケーションの印象。室内全体的な印象とコミュニケーションの印象は総体の印象で、室内の音の印象と話声の印象は「音」と「声」を抽出した要素の印象である。

それで、吸音はコミュニケーションに対して一体どんな影響があるのか？会話印象がどのように変化するのか？図1-3のように、設計上の要因は物理指標を左右し、また人間のいろいろの印象を影響する。印象の中で、要素の印象が総体の印象を影響し、室内全般的な雰囲気がコミュニケーション印象を影響するという枠組みである。

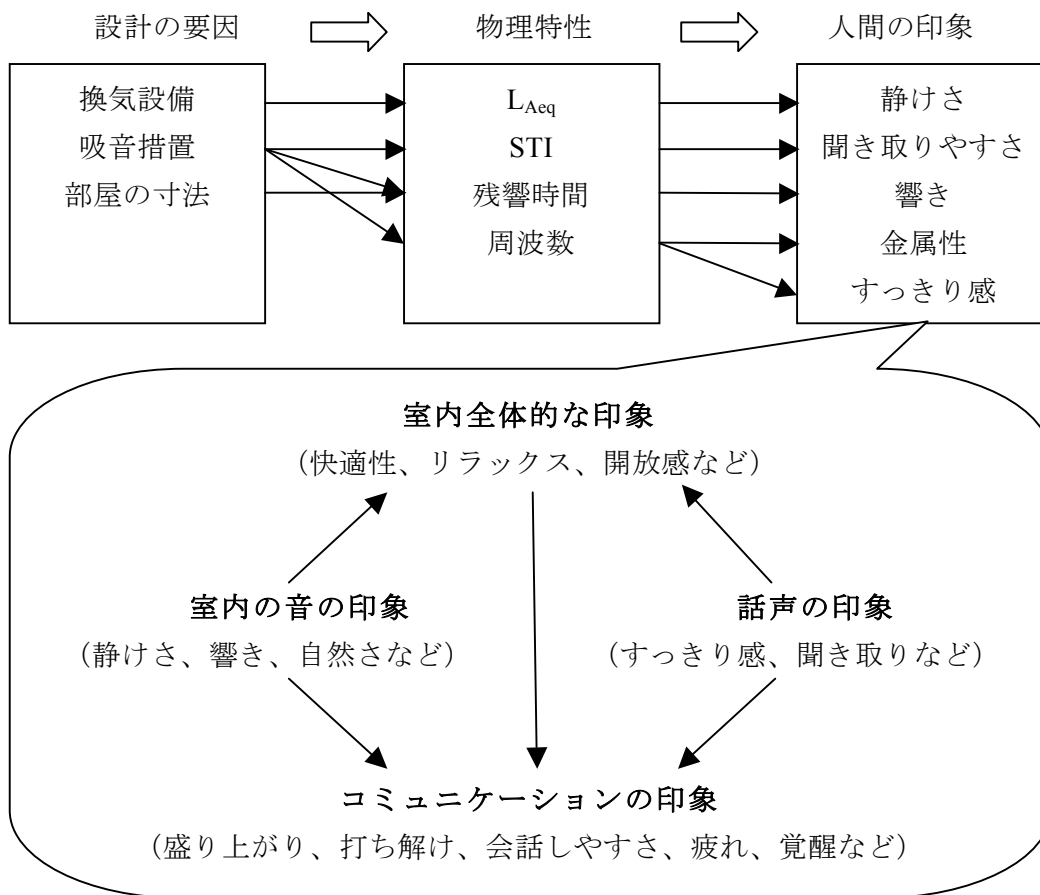


図 1-3 会議室の音環境印象の枠組み

## 1.2 既往研究

音環境と会話コミュニケーションにおいて、本研究と関連のある既往研究は大体2つの種類がある。また、コミュニケーションの形式が多様であり、本研究は音に着目した研究で、本文の「会話コミュニケーション」は、音声（肉声）でやりとりを行うと定義する。

### 1.2.1 異なる音環境が空間印象に及ぼす影響に関する研究

堀内、桐山ら（2010）は吸音による住空間の音環境快適化について実物大室模型を用

いた聴感実験をした。実物大室模型は異なる吸音処理によって5のパターンを分けて、一対比較法により実験を行う。その結果、吸音処理は「前室と室内の静けさの差」、「残響感」、「静けさ」、音環境の「落ち着き」、「高級感」や「好ましさ」に影響することが明らかになった。また、「静けさ」、「落ち着き」、「高級感」「好ましさ」は、吸音面積の増やすことにより増す傾向がある。

入江田、三上ら（2010）はBGMが初対面時の会話コミュニケーションのしやすさに及ぼす影響について調べた。BGMと空調騒音の音量が4水準にして被験者実験を行った結果、BGMが声の聞き取りやすさを損なわない程度の音量で付加した場合、空間の快適性、集中しやすさ、開放感など室内全体の印象が向上し、話しやすさの評価も高まることが確認された。また、面談者の印象もBGMによって若干変化することが示され、面談における打ち解けやすさや疲労感に対しても影響の可能性が示唆された。

## 1.2.2 異なる音環境が会話行動に及ぼす影響に関する研究

佐藤、森本ら（2010）は住宅の居室における残響音が会話に与える影響について調べた。残響音が「聴取」、「発話」、「会話」に対してのそれぞれに及ぼす影響が主観評価実験で検証した。その結果、「聴取」よりも「発話」のほうが残響音の影響を受けやすい、「発話」と「会話」に対する残響音の影響は同程度である。また、実験音場で、「聴取」、「発話」、「会話」のいずれに対しても、残響時間を0.3s程度にすれば響きが気になることはしないことが分かった。

小林ら（2007）は実音場において講演時話者の「話しにくさ」に対して騒音による影響及び要因を検討した。その結果、有意味騒音（話し声）と無意味騒音（ピンクノイズ）とも、レベルが40～50dBAでは発話音量があまり変わらない、55 dBA以上では発話音量上昇する傾向があった。60 dBAになると有意味騒音では「これ以上の騒音下では、話すことが困難」と感じて発話音量を下げてしまう傾向が見られた。また、受聴音量と騒音のレベル差が10～15 dBA以下で「話しにくい」評価になる結果も出た。

## 1.2.3 まとめ

既往研究は、概して音環境から抽出したある要素（BGM、騒音など）について空間印象・会話行動との関係を調べる研究が多い、音環境の全般的な雰囲気の変化と空間印象、会話行動の関係を調べる研究が少ない。吸音と環境印象の関係には、住環境やホールに関する研究が多く、執務空間の研究もあるが、会議室に関する研究が少ない。

また、明瞭度に関する研究は、聞き取りにくさや残響についての研究が多く、吸音配

置に着目した例は見当たらなかった。そして本研究は、異なる吸音対策による会議室の全般的な雰囲気の変化に着目して、コミュニケーション印象及び会話への影響を調べようとする。

### 1.3 研究目的

音環境と会話コミュニケーションの関係性についての既往研究を調べた上、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ので、それを調査する必要があると考えている。これは実際に会議をしないと、単なる音響測定で吸音パネルの物理特性を調査するだけで不十分なので、音響測定以外、実際の模擬会議の心理実験も必要で、そこで、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、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・響きの印象及び会話コミュニケーションへの影響を検証する。

### 1.4 論文構成

第1章では、本研究の背景および既往研究を概観し、会議のカテゴリライズや枠組みを提示し、本研究の目的を述べる。また、論文の構成について示す。

第2章では、物理測定と心理実験を通じて会話コミュニケーションと音環境の関係性を検討する。模擬会議実験では実際の会議中に吸音措置に対してどんな印象変化を持つのかを調べ、残響比較実験では前実験の追加として、単純の比較作業を行い、模擬会議実験より音に集中できるという点で部屋の印象を改めて確認する。

第3章では、会話コミュニケーションの要素を分解し、「聴く」と「話す」を分けて、異なる吸音対策により部屋の音声評価実験を行う。前章と同じく物理測定と心理実験を通じて、部屋のパターンも細分し、音環境が「聴取」と「発話」に対する影響をもっと徹底的に調査する。

第4章では、第2、3章の実験結果をまとめ、会議室の吸音設計に提言を行い、今後の課題を示して総括する。

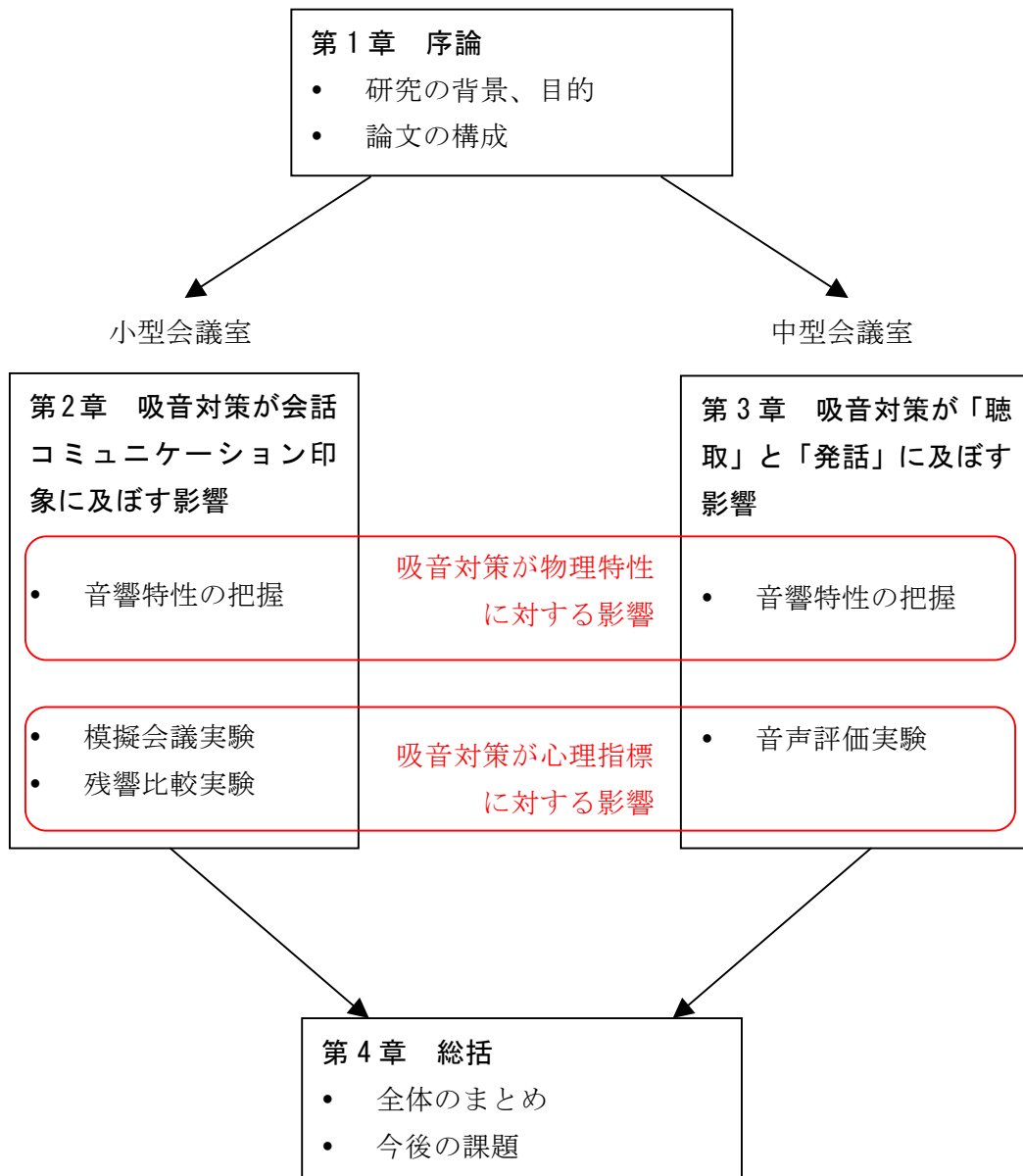


図 1-4 本論文の構成



## 第2章

# 吸音対策が会話コミュニケーション印象に及ぼす影響

### 2.1 はじめに

本章では、二つの心理実験（模擬会議実験と残響比較実験）を通じて、会話コミュニケーションと音環境の関係性を検討する。その前に、室内音響条件の異なる部屋の特徴を確認するために、インパルス応答測定を行い、心理実験の結果と一緒に検討する。

### 2.2 音響特性の把握

音場の評価は主観的な評価と客観的な評価がある。主観評価は人が耳で聴いて判断する心理尺度を用いるに対して、客観評価は室内音場の特性を表す物理量を用いる。主観評価は抽象的な評価語が多く、一人一人の判断基準も違い、すべての人が同じ感覚を得られるとは限らないので、定量的な物理指標のような客観評価が求められている。

そこで、インパルス応答測定を行い、測定されたインパルス応答を利用して、残響時間やスピーチに対する明瞭度などの室内音響分野で利用されている音響指標値を算出することができる。

#### 2.2.1 室内音響指標

本研究に関連する音響物理指標について簡単に説明する。

➤ **残響時間 (T<sub>30</sub>)**

残響時間は、室内の平均エネルギー密度が定常状態から 60dB 減衰するまでの時間を指す。実際には 60dB 減衰するまでの環境を整えるのが容易ではない。そのため、30dB 減衰した値を 2 倍にして残響時間を算出する。この時間を T<sub>30</sub> とする。

➤ **初期残響時間 (EDT)**

残響感は減衰曲線の初期の傾斜に対応するとして減衰初期の 10dB 減衰に要する時間の 6 倍を EDT とする。聴覚による残響感を評価するのに有効な指標値とされている。

➤ **Definition (D<sub>50</sub>)**

話声の明瞭度と相関が高いと言われているパラメーターである。インパルス応答 h(t) の全エネルギーに対する初期の 50ms までのエネルギーの比として定義されている。値が 50% 以上であれば良好な明瞭度が得られる。

$$D_{50} = \frac{\int_0^{50\text{ms}} h^2(t) dt}{\int_0^{\infty} h^2(t) dt} [\%]$$

➤ **Support (ST)**

Gade (1989) が提案したステージのための音響指標である。ステージでの音響問題は、一つは「自分の音の聞き取り易さ」、もう一つは「他のパートの聞き取り易さ」である。Support は前者に着目し、ステージ上の演奏家の位置に設置した音源と、そこから 1m だけ離れた位置に設置したマイクロホンで測定したインパルス応答を使用し、次式で ST<sub>Early</sub> と ST<sub>Late</sub> を定義される。

$$ST_{\text{Early}} = 10 \log_{10} \frac{\int_{20\text{ms}}^{100\text{ms}} h^2(t) dt}{\int_0^{10\text{ms}} h^2(t) dt} [\text{dB}]$$

$$ST_{\text{Late}} = 10 \log_{10} \frac{\int_{100\text{ms}}^{1000\text{ms}} h^2(t) dt}{\int_0^{10\text{ms}} h^2(t) dt} [\text{dB}]$$

➤ **話声伝達指数 (STI)**

残響や暗騒音による音声波形の変化を表す指数で、スピーチの明瞭度を評価する尺度としてよく用いられる。STI は 0 から 1 までの値をとり、大きくなるほど明瞭度は高い。



## 2.2.2 測定方法

### ➤ 時間と場所

2013年2月22日（金）～23日（土）、コマニー（株）小松工場の会議室でインパルス応答測定を行った。実験をスムーズに進むため、同じ小会議室3つ用意した（図2-1）。



図 2-1 3つの会議室

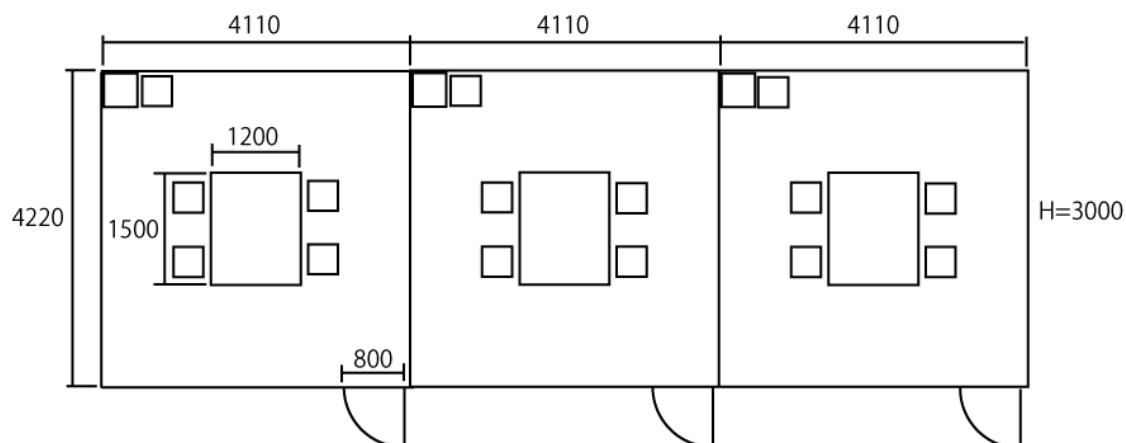


図 2-2 会議室の平面図

➤ 測定概要

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り、室中央に机および椅子 4 脚を配置した (図 2-4)。

12 面体スピーカーを特定の座席位置( $h=1.3\text{m}$ )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。得られた応答から室内音響指標として、残響時間( $T_{30}$ )、EDT、明瞭度関連の  $D_{50}$ 、STI、参考として便宜的に  $ST_{\text{Early}}$ 、 $ST_{\text{Late}}$  を算出し、3 点の平均値を求めた。



図 2-3 インパルス応答測定の様子

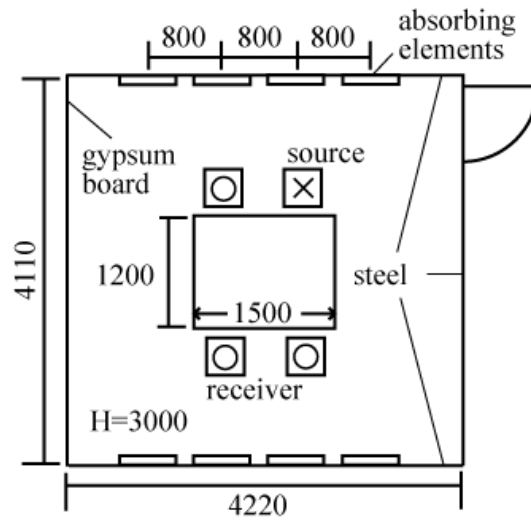


図 2-4 部屋のレイアウト

➤ 測定システム

・音源系統

12 面体スピーカー (Bruel&Kjaer, 4296)、三脚 (Bruel&Kjaer, KE-0364)、パワーアンプ (Bruel&Kjaer, 2716)、測定用 PC (Note PC Panasonic CF-52)、オーディオインターフェイス (Roland UA-101)

・受音系統

騒音計 (ONO SOKKI, LA-1350)、マイクスタンド、ケーブルなど

・ソフトウェア

インパルス応答測定 AEIRM (日東紡音エンジニアリング (株))

・測定パラメーター

音源 : TSP 信号、サンプリング周波数 : 48kHz、出力信号次数 : 16 次、インパルス応答長 : 1.365 秒、同期加算回数 : 10 回

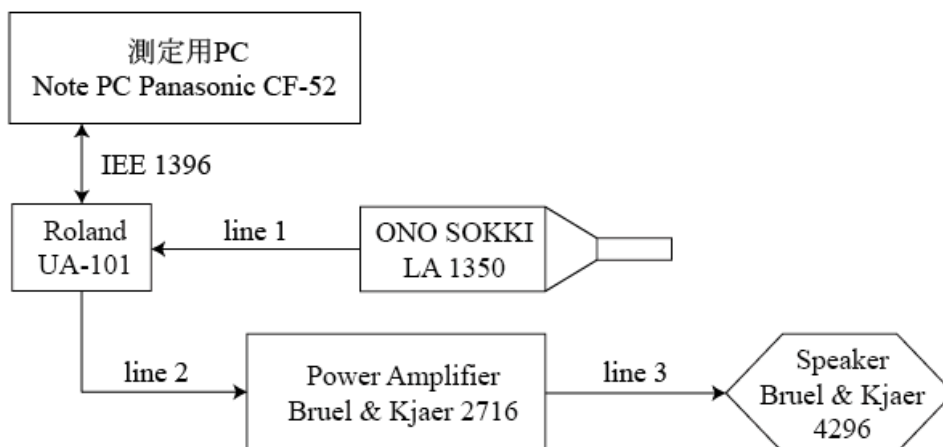


図 2-5 インパルス応答の測定システム

➤ 測定条件

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(表 2-1、図 2-6)を設置した室を用意し、計 4 条件とした。吸音材の周波数特性について、Type O のほとんど 0 に対して、Type B は全周波域でほとんど 0.3 であり、Type A は 1kHz の中音域で吸音率が最も高いが、Type C は 5kHz の高音域で吸音率が最も高いである。

吸音材の配置は共通とし、対向する座席背後のスチール壁両面に 4 枚ずつ計 8 枚を取り付けた。吸音材の中心間隔を 0.9m、中心高さを床面上 1.2m とした(図 2-9 のパターン I)。

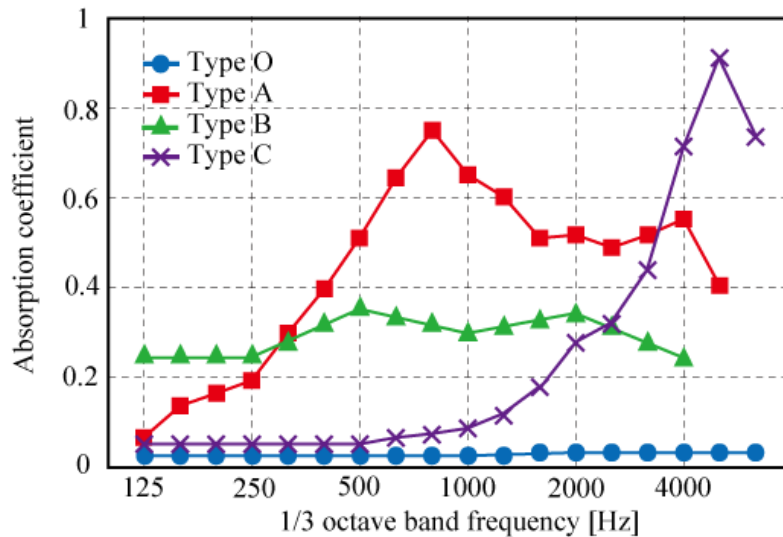


図 2-6 空室と 3 種類の吸音材の吸音率

表 2-1 3 種類の吸音材の寸法

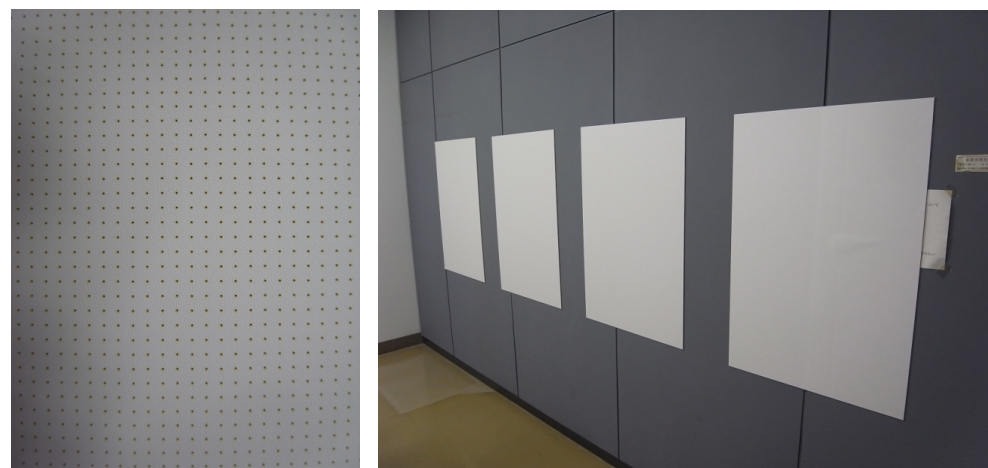
| Type | W×H×T (mm)  |
|------|-------------|
| A    | 900×1000×36 |
| B    | 600×900×28  |
| C    | 600×900×9   |



(a)タイプ A の吸音材



(b)タイプ B の吸音材



(c)タイプ C の吸音材

図 2-7 3 種類の吸音材

残響比較実験では、上記の組に加えて別の組として、Type A 吸音材の分量と配置の異なる 4 条件を設定した (図 2-8)。パターン I, II に対して III, IV は吸音材を半数とし、I の二面平行に対して II の二面直交、III の一面集中に対して IV の二面直交分散として吸音材配置した。

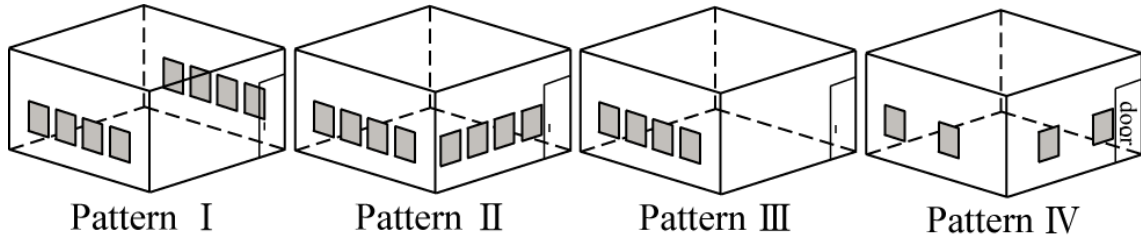


図 2-8 残響比較実験の吸音材の配置パターン

以上の二組の室条件群は心理実験用とし、室内音響測定は、タイプ A 吸音材の分量を 4 枚から 20 枚まで段階的に増やし、配置を変化させた室条件でも行った (図 2-9)。

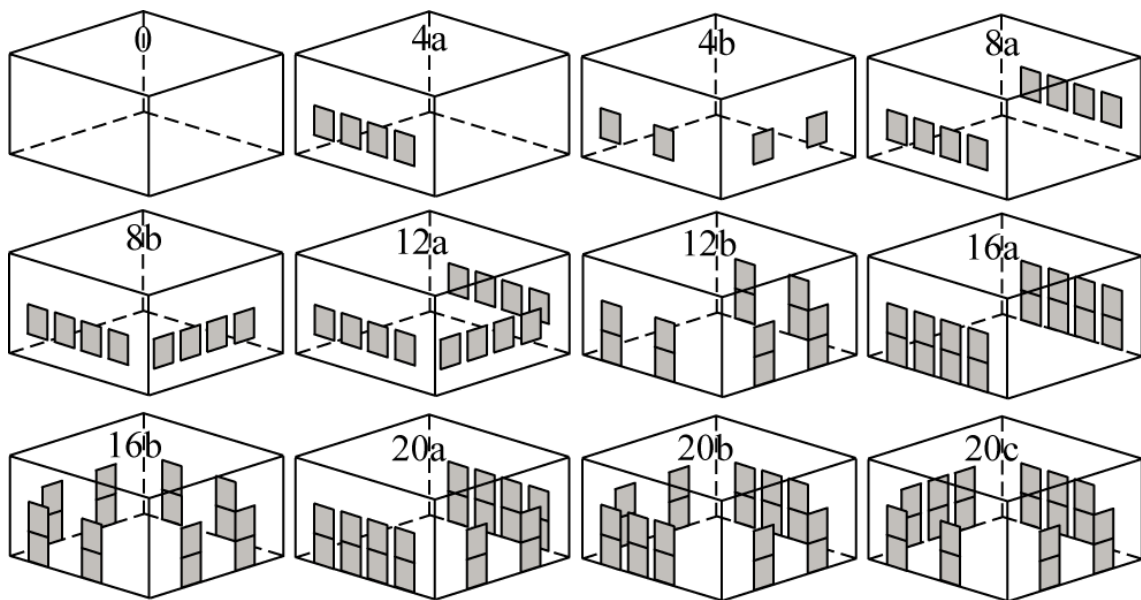


図 2-9 追加測定の配置パターン

### 2.2.3 測定結果と考察

図 2-10 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。残響時間は各々の吸音特性に応じて減少しており、Eyring 式による推定以上の抑制効果が生じていることを別途確認している。なお、基本条件において STI は 0.7 程度確保されており、タイプ A 吸音材設置により 0.5 の上昇が見られる。

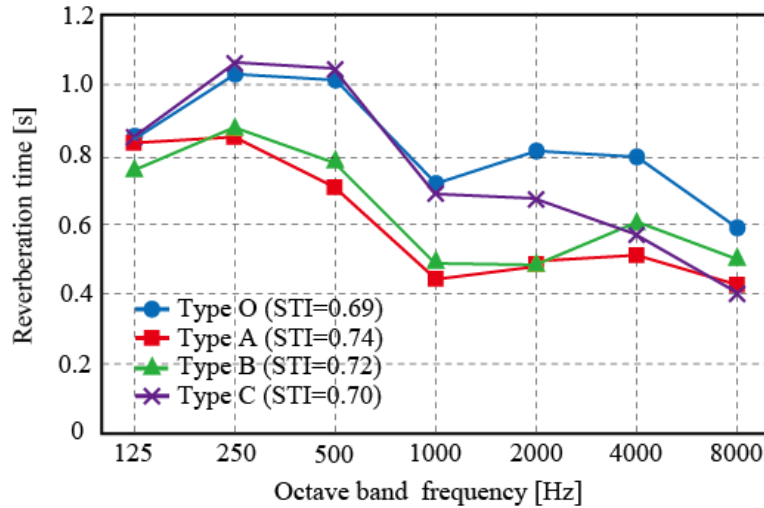


図 2-10 タイプ O,A,B,C の  $T_{30}$  と STI 値

図 2-11 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。一方、吸音材半数のパターン III、IV では、I に対して高音域で殆ど差がないのに対して、250~500Hz 帯域で若干の増加が認められる。

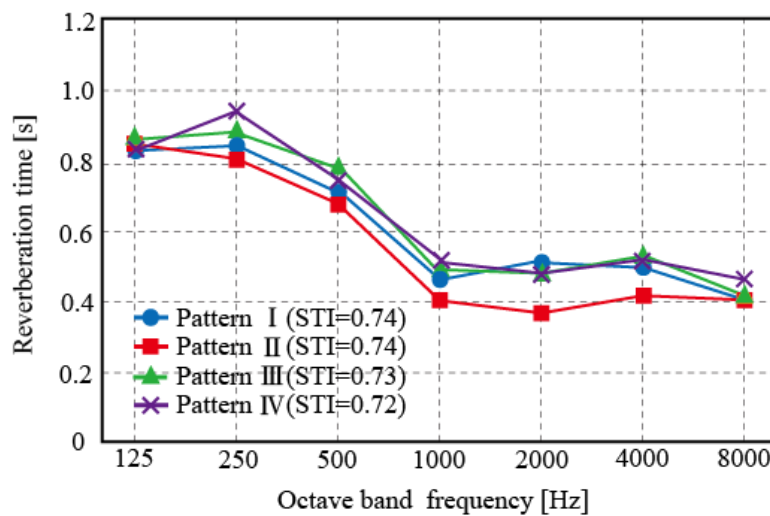


図 2-11 パターン I、II、III、IV の  $T_{30}$  と STI 値

次に、図 2-9 の多様な吸音材配置の結果として、図 2-12 に残響時間、図 2-13 に D50、STI、図 2-14 に  $ST_{Early}$ 、 $ST_{Late}$  を示す。

残響時間に関しては、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 16a のように二面平行配置の場合、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。

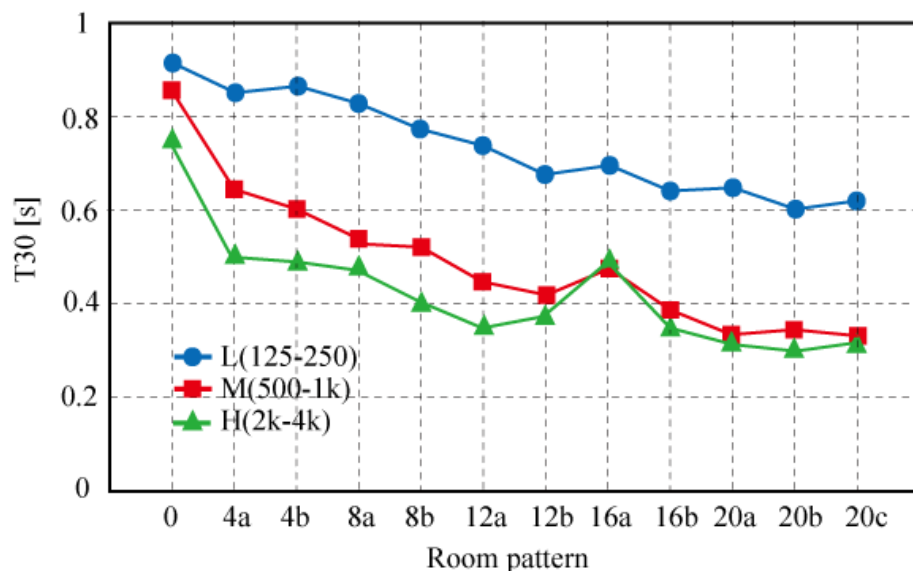


図 2-12 12 のパターンの  $T_{30}$

明瞭度に関しては、吸音材の増加により単調に上昇する傾向が確認できる。配置の影響に着目すると、パターン 4a より 4b、8a より 8b、12a より 12b、16a より 16b で明瞭度は上昇し、直交・分散配置が効果的といえる。

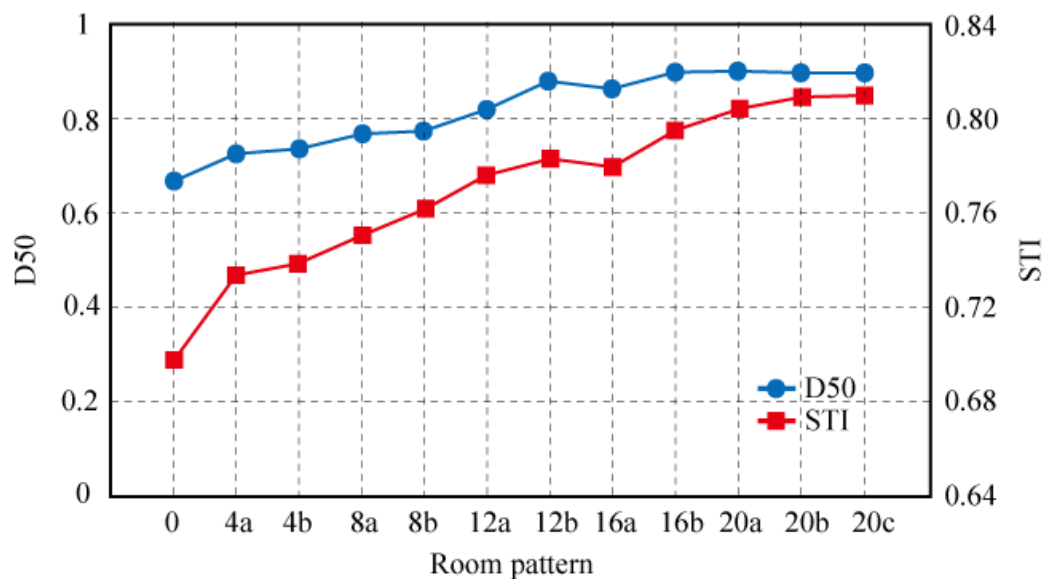


図 2-13 12 のパターンの  $D_{50}$  と STI 値



参考までに、初期反射音と後期残響音のエネルギーを確認するため、ステージ音響指標  $ST$  を便宜的に算出した。基本条件の  $ST_{\text{Early}}$  は  $0\sim+4\text{dB}$  であるのに対して、吸音材設置により徐々に最大  $3\text{dB}$  程度低下し、特に中音域では高音域の値から低音域の値へと顕著に低下する傾向にある。一方、 $ST_{\text{Late}}$  は吸音材設置により各帯域の値に大きな差が生じ、残響時間の傾向とは必ずしも一致していない。減衰曲線の折れ曲がりや影響したものと考えられる。

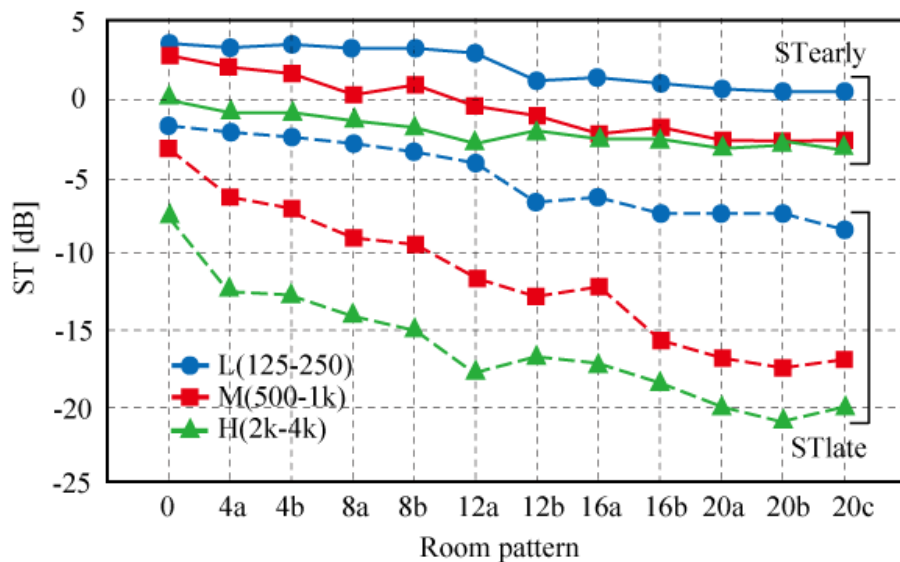


図 2-14 12 のパターンでの  $ST_{\text{Early}}$  と  $ST_{\text{Late}}$

## 2.3 模擬会議実験

前述のように、吸音対策が空間印象や会話コミュニケーション印象に対してどんな影響があるのを調べる必要があるが、章節 1.1.2 で列挙した会議のカテゴリライズについて、心理実験でそれらを全部調べるのは困難なので、今回の実験はの中で会話コミュニケーションがもっとも活躍できる「オープンディスカッション」タイプを選んで、模擬会議を行う。

### 2.3.1 実験目的

ただの吸音パネルの性能測定では不十分で、吸音パネルをリアルな会議に投入し、実際にどんな雰囲気を作り出すのか、会話コミュニケーションの印象がやはり変わるのかを検証する必要があり、模擬会議実験を行った。

### 2.3.2 実験概要

#### ➤ 時間と場所

2013年2月23日（土）と24（日）の13:00～15:00に、コマニー（株）小松工場の会議室で模擬会議実験を行った。



(a)男性組

(b)女性組

図 2-15 実験の様子

#### ➤ 被験者

被験者は20～50才代の正常聴力を持つ人、男女各8名、計16名であった。また、

男性と女性の声の周波数が違い、男性が低い女性が高いため、全部の心理実験は男女分けて実験を行う。

### ➤ 実験手順

前述の通り、小会議室3室（基本条件：タイプO）に周波数特性の異なるタイプ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組とし、一組ごとに各室に入室・着席させ、毎回異なる話題（一般向けディベート問題）を与えて自由討論をさせた。長時間の会話は実験に無理があり、短い会話だったらコミュニケーションの印象を感じにくいと考えており、10分間だったらコミュニケーションの印象は十分取れるだろうと予想し、会話の長さは10分間に設定した。

討論終了直後に各自アンケートに回答し、その後別室で休憩を取った。休憩の間別の組が実験できるという時間上の便宜で、また被験者たちを十分にリフレッシュできるように、休憩は10分と設定した。

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。また、室隅部に騒音計を設置し、各討論10分間の等価騒音レベルを測定した。

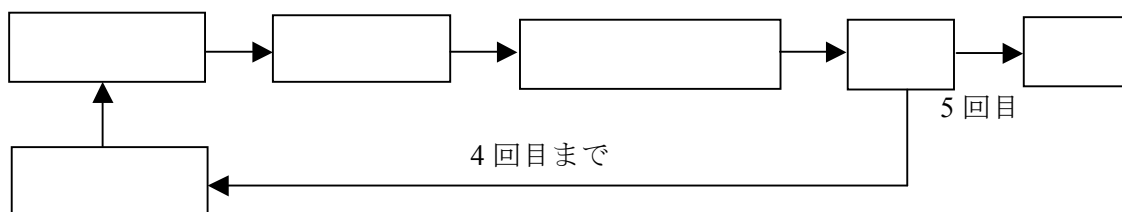


図 2-16 模擬会議実験の流れ

### ➤ 会話内容

模擬会議は論議の中で被験者自分の意見を出せるように、議論性の強いディベート問題にし、一般向けの論題5つ選出した。1つ目のTはダミー問題である。

表 2-2 会話テーマ

| 会話内容 |                     |
|------|---------------------|
| T    | センター試験を廃止すべきですか？    |
| a    | 救急車を有料化すべきですか？      |
| b    | スーパーのレジ袋を有料化すべきですか？ |
| c    | 夫婦別姓は是か非か？          |
| d    | 早期英語教育を廃止すべきですか？    |

▶ アンケート内容

アンケートでは、第1章で提出した4つの印象（室内全体的な印象、室内の音の印象、話声の印象とコミュニケーションの印象）を細分し、表2-3の通りになった。評価語に対して7段階尺度で回答させた。

表 2-3 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<br>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  | 相手の声が聞き取りにくい |     |    | ⇔             | 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          |     |    | ⇔             | 疲れない         |     |     |
|              | D6* | 眠くなる         |     |    | ⇔             | 目が覚める        |     |     |

\*両極尺度

アンケートの内容は、室内の全体的な印象(A) に関する項目は、室内環境に対して総合的な印象「A1: 不快な—快適な」、会議中知的生産性に影響を及ぼす項目「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」、光・視環境に関する「A4: 閉鎖的な—開放的な」、部屋の長居感に関する「A5: 長居しにくい—長居しやすい」、会議室の品質に関する「A6: 高級感がない—高級感がある」の 6 項目より成る。

室内の音の印象(B) に関する項目は、音のやかましさに関する「B1: うるさい—静かな」、部屋の残響時間と対応する心理量「B2: 部屋が響く—部屋が響かない」、吸音により部屋の音の自然さに関する「B3: 不自然な—自然な」の 3 項目より成る。

話声の印象(C) に関する項目は、声の低い周波数と対応する「C1: こもった—すっきりした」、声の高い周波数と対応する「C2: まろやかな—金属的な」、話し声の音量に関する「C3: 相手の声が小さい—相手の声大きい」、部屋の明瞭度に関する「C4: 相手の声が聞き取りにくい—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」の 5 項目より成る。

コミュニケーションの印象(D) に関する項目は、会話中の活躍度に関する「D1: 盛り上がらない—盛り上がる」、お互い意見交換した後の気分に関する「D2: 気まずい—打ち解けた」、話の推進のスピードに関する「D3: テンポが悪い—テンポがよい」、会話の雰囲気に関する「D4: 会話しにくい—会話しやすい」、疲労感に関する「D5: 疲れる—疲れしない」、覚醒に関する「D6: 眠くなる—目が覚める」の 6 項目より成る。

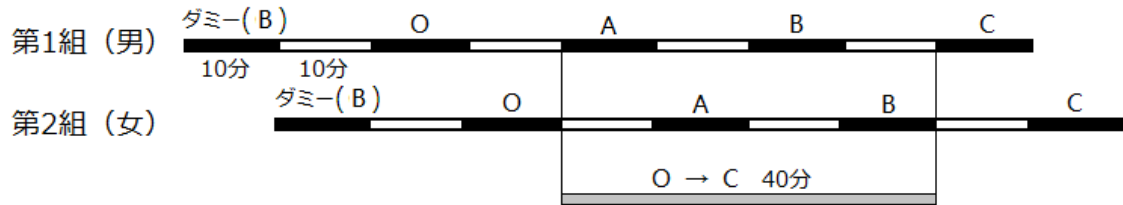
実際に使用したアンケート用紙、問題シート、教示文など付録 A を参照する。

## ➤ 実験計画

被験者は男女別で 4 人 1 組実験を行う。部屋の条件は 4 条件で、同じ会議室は 3 室しかないので、実験の途中パネルの入れ替えが必要となる。タイムスケジュールは図 2-17 の通り。



2月23日(土) 13:20~15:00



2月24日(日) 13:20~15:00

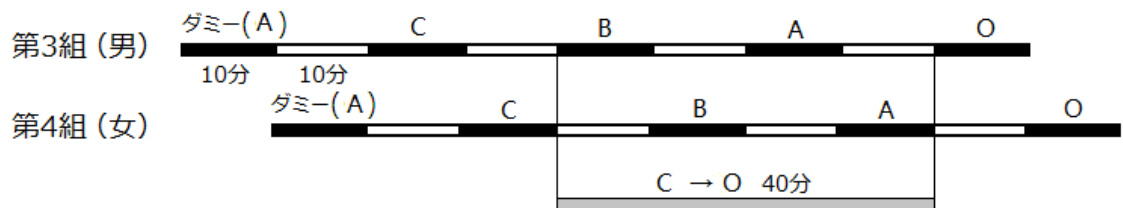


図 2-17 模擬会議実験のタイムスケジュール

会話テーマと部屋条件の対応関係は以下の通り：

表 2-4 会話テーマと部屋条件の対応関係

| 被験者 | ダミー | O | A | B | C |
|-----|-----|---|---|---|---|
| 第1組 | T   | a | b | c | d |
| 第2組 | T   | c | d | a | b |
| 第3組 | T   | d | c | b | a |
| 第4組 | T   | b | a | d | c |

### 2.3.3 実験結果と考察

#### ➤ 等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ )

等価騒音レベルとは、時間とともに変動する騒音（非定常音）に対して、測定時間内の騒音レベルのエネルギーを時間平均したものである。一般的に、等価騒音レベルの算出には騒音計の周波数補正回路の A 特性を通したレベルが用いられ、これを明記したい場合には  $L_{Aeq}$  と表記される。

実験中、各討論 10 分間の等価騒音レベルを測定した。なお、測定の時エアコンが「弱」の状態、部屋の暗騒音は 39dB だった。

図 2-18 に各室条件における討議中 10 分間の等価騒音レベルの測定結果を示す。グループ間で音量は大きく異なるものの、室条件による傾向は比較的類似しており、被験者グループと室条件の 2 元配置分散分析の結果、室条件の主効果が有意となった。タイプ O に対して A では約 2dB 低下しており、前の残響時間の測定結果から推定される吸音面積の増加に概ね対応している。

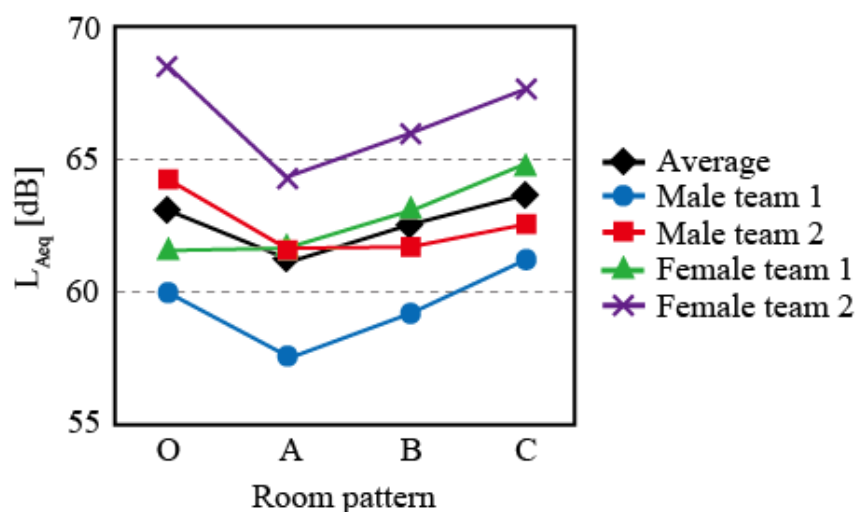


図 2-18 各環境条件下討論中 10 分間の  $L_{Aeq}$

表 2-5 被験者グループと室条件の 2 元配置分散分析の結果

| 物理量 | 要因   | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|-----|------|-----|----------|---------|----------|
| Leq | グループ | 3   | 105.0675 | 41.2164 | <.0001** |
|     | 環境条件 | 3   | 13.5225  | 5.3047  | 0.0222*  |

また、被験者グループと課題の 2 元配置分散分析の結果、課題の主効果が認められず、課題の違いが  $L_{Aeq}$  に対する影響を排除された。

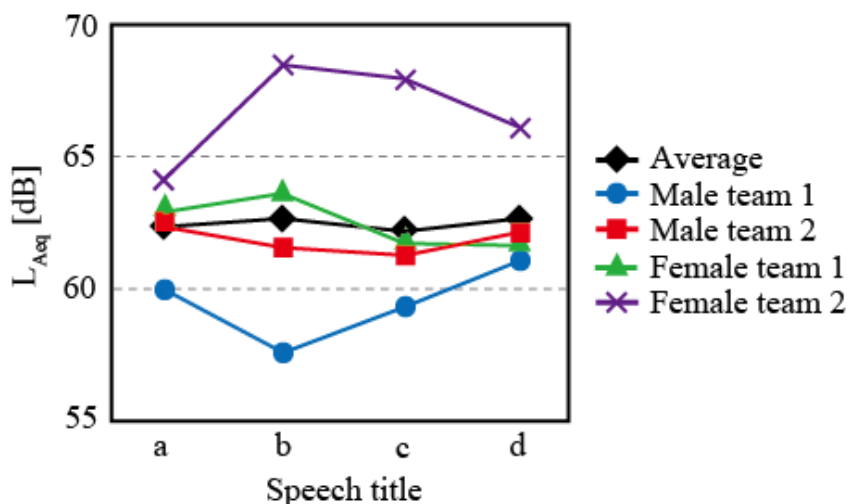


図 2-19 各課題の討論中 10 分間の  $L_{Aeq}$

表 2-6 被験者グループと課題の 2 元配置分散分析の結果

| 物理量 | 要因   | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|-----|------|-----|----------|---------|----------|
| Leq | グループ | 3   | 105.0675 | 15.3253 | 0.0007** |
|     | 課題   | 3   | 0.6025   | 0.0879  | 0.9649   |

### ➤ 評価項目間の関連性

評価項目間の関連性を確認するため、全被験者の評価点により項目間の相関係数を算出した。相関係数の組み合わせを表 2-7 に示す。相関係数 0.5 以上を青い、0.7 以上をピンク、0.8 以上を黄色で示す。その中、快適性(A1)、リラックス(A2)、集中(A3)の間、長居感(A5)と集中(A3)と開放感(A4)、相手の声の聞き取れ(C4)と自分の声の伝え(C5)、盛り上がり(D1)、打ち解け(D2)、テンポ(D3)の間に高い相関が見られ、異なる印象の組の間に 0.8 以上の相関項目がない結果だった。



表 2-7 評価項目間の相関係数

|              | A1    | A2    | A3    | A4    | A5    | A6    | B1    | B2    | B3    | C1    | C2    | C3   | C4   | C5   | D1    | D2    | D3    | D4    | D5    | D6 |  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| A1:快適性       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| A2:リラックス     | 0.84  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| A3:集中        | 0.81  | 0.89  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| A4:開放感       | 0.73  | 0.70  | 0.67  |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| A5:長居感       | 0.75  | 0.79  | 0.80  | 0.81  |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| A6:高級感       | 0.61  | 0.57  | 0.56  | 0.63  | 0.70  |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| B1:静けさ       | 0.63  | 0.60  | 0.69  | 0.58  | 0.71  | 0.52  |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| B2:部屋の響き     | 0.46  | 0.48  | 0.54  | 0.42  | 0.59  | 0.45  | 0.77  |       |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| B3:自然さ       | 0.60  | 0.53  | 0.54  | 0.61  | 0.71  | 0.55  | 0.75  | 0.70  |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| C1:すっきり      | 0.50  | 0.47  | 0.46  | 0.54  | 0.53  | 0.42  | 0.65  | 0.54  | 0.67  |       |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| C2:金属性       | -0.20 | -0.14 | -0.14 | -0.33 | -0.29 | -0.07 | -0.15 | -0.21 | -0.31 | -0.18 |       |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| C3:相手の声の大きさ  | 0.20  | 0.34  | 0.29  | 0.19  | 0.18  | 0.13  | 0.20  | 0.02  | 0.12  | 0.18  | 0.27  |      |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| C4:相手の声の聞き取れ | 0.41  | 0.43  | 0.50  | 0.31  | 0.52  | 0.35  | 0.56  | 0.44  | 0.51  | 0.54  | -0.11 | 0.38 |      |      |       |       |       |       |       |    |  |
| C5:自分の声の伝え   | 0.49  | 0.54  | 0.58  | 0.43  | 0.49  | 0.38  | 0.55  | 0.33  | 0.47  | 0.49  | 0.06  | 0.57 | 0.81 |      |       |       |       |       |       |    |  |
| D1:盛り上がり     | 0.62  | 0.60  | 0.61  | 0.62  | 0.60  | 0.41  | 0.43  | 0.17  | 0.37  | 0.44  | -0.09 | 0.49 | 0.52 | 0.67 |       |       |       |       |       |    |  |
| D2:打ち解け      | 0.53  | 0.60  | 0.57  | 0.56  | 0.55  | 0.40  | 0.40  | 0.17  | 0.39  | 0.34  | -0.06 | 0.53 | 0.50 | 0.67 | 0.81  |       |       |       |       |    |  |
| D3:テンポ       | 0.58  | 0.58  | 0.59  | 0.59  | 0.56  | 0.36  | 0.36  | 0.17  | 0.41  | 0.29  | -0.13 | 0.46 | 0.46 | 0.59 | 0.80  | 0.85  |       |       |       |    |  |
| D4:会話しやすさ    | 0.60  | 0.66  | 0.70  | 0.61  | 0.63  | 0.43  | 0.61  | 0.46  | 0.55  | 0.41  | -0.18 | 0.38 | 0.56 | 0.67 | 0.70  | 0.79  | 0.76  |       |       |    |  |
| D5:疲れ        | 0.72  | 0.75  | 0.72  | 0.79  | 0.70  | 0.49  | 0.60  | 0.41  | 0.55  | 0.49  | -0.16 | 0.29 | 0.42 | 0.58 | 0.67  | 0.67  | 0.63  | 0.74  |       |    |  |
| D6:覚醒        | 0.64  | 0.73  | 0.63  | 0.64  | 0.61  | 0.34  | 0.45  | 0.31  | 0.38  | 0.31  | -0.03 | 0.51 | 0.38 | 0.59 | 0.69  | 0.66  | 0.63  | 0.64  | 0.75  |    |  |
|              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      | 0.8以上 | 0.7以上 | 0.7以上 | 0.7以上 | 0.5以上 |    |  |

➤ 音環境が各評価項目に対する影響

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 2-20 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 (B1~3) のみならず、長居しやすさ (A5)、高級感 (A6) といった空間の全体印象で最も低い評価となっている。一方、比較的残響が短いタイプ B では、会話印象 (D1~6) に関してタイプ O より低い評価となっており、残響の長さ以外の要因の影響が考えられる。

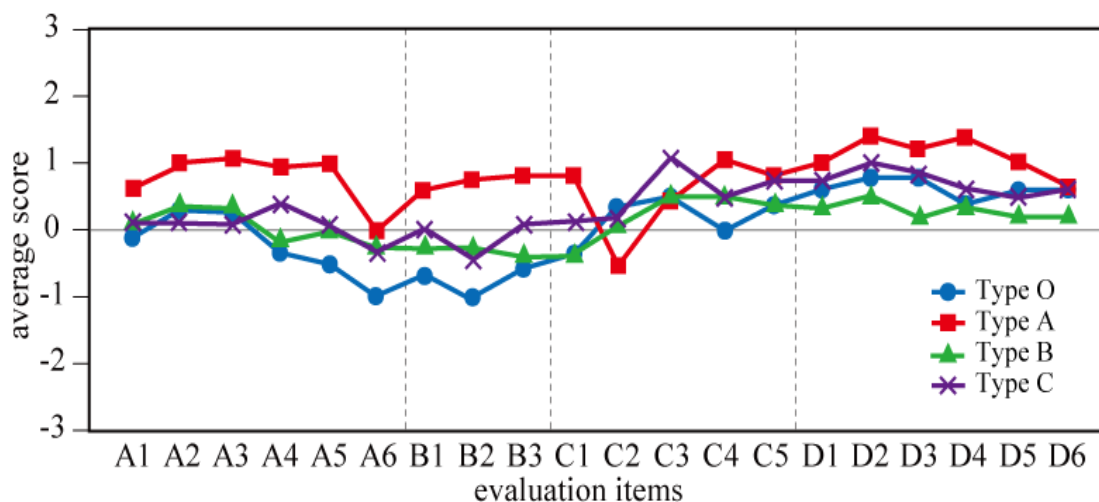


図 2-20 各環境条件下評価項目の平均得点

性別と室条件の 2 元配置分散分析及び多重比較 (Tukey の HSD 検定) の結果を表 2-8 に示す。

表 2-8 性別と室条件の 2 元配置分散分析の結果

|      | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | B1 | B2 | B3 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 性別   |    |    | *  | *  | *  |    |    |    |    |    |    | *  |    | *  | ** | ** | ** | ** |    |    |
| 室    |    |    |    | *  | ** |    | *  | ** | ** | *  | *  |    |    |    |    |    |    | *  |    |    |
| 性別×室 |    |    |    | ** |    |    |    |    |    |    | *  |    |    |    | *  |    |    |    |    |    |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

### 室内の全体的な印象 (A1-A6)

室内の全体的な印象に関しては、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、長居しやすさ (A5) 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 (B1~3) や話声の音色の印象 (C1, C2) 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。

また、A1-A6 全項目ともタイプ O は一番低い評価、A は一番高い評価の傾向は見られる。タイプ B と C はほぼタイプ O と A の間で、開放感 (A4) 以外は、タイプ B は C に対して高い評価あるいは同じ評価となっている。

なお、集中 (A3)、開放感 (A4)、長居感 (A5) について、性別の主効果も見られた。

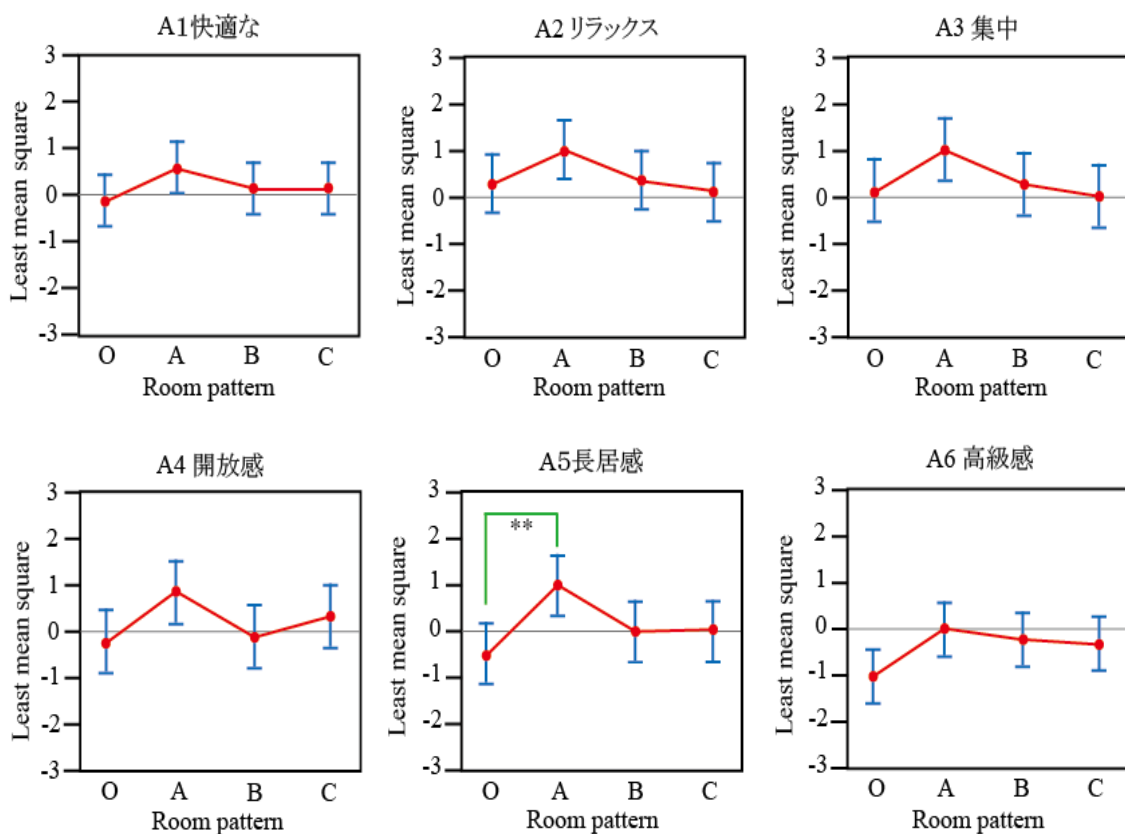


図 2-21 A1,A2,A3,A4 の平均得点(\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ )

表 2-9 A1, A2, A3, A4 の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語        | 要因      | 自由度 | 平方和     | F 値    | p 値      |
|------------|---------|-----|---------|--------|----------|
| A1 : 快適性   | 性別      | 1   | 3.0625  | 2.0979 | 0.1531   |
|            | 環境条件    | 3   | 4.7500  | 1.0846 | 0.3631   |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 6.1875  | 1.4128 | 0.2486   |
| A2 : リラックス | 性別      | 1   | 4.5156  | 2.8777 | 0.0954   |
|            | 環境条件    | 3   | 6.9219  | 1.4704 | 0.2324   |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 6.5469  | 1.3907 | 0.2551   |
| A3 : 集中    | 性別      | 1   | 7.5625  | 4.9824 | 0.0296*  |
|            | 環境条件    | 3   | 9.6875  | 2.1275 | 0.1070   |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 7.1875  | 1.5784 | 0.2048   |
| A4 : 開放感   | 性別      | 1   | 5.6402  | 4.0303 | 0.0495*  |
|            | 環境条件    | 3   | 14.0469 | 3.3456 | 0.0254*  |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 19.4219 | 4.6257 | 0.0058** |
| A5 : 長居感   | 性別      | 1   | 8.2656  | 5.8499 | 0.0189*  |
|            | 環境条件    | 3   | 18.7969 | 4.4344 | 0.0072** |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 11.5469 | 2.7241 | 0.0528   |
| A6 : 高級感   | 性別      | 1   | 0.7656  | 0.5081 | 0.4789   |
|            | 環境条件    | 3   | 9.2969  | 2.0568 | 0.1163   |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 4.2969  | 0.9506 | 0.4225   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

### 室内の音の印象 (B1-B3)

室内の音の印象に関しては、室内の全体的な印象の傾向と類似しており、音環境の主効果はタイプ O とタイプ A の有意差が 3 項目とも認めてられ、音の自然さ (B3) で A と B の有意差も確認した。全般的に、タイプ A に対して B、C は低評価となっており、O はもっと低い評価となっている。

前の残響時間の  $A < B < C < O$  に対して、部屋の響き (B2) は順位的に対応していない、A は一番響かないとなっているが、前 A と B の残響時間は差がそんなに大きくないのに、部屋の響き (B2) は大きい差が生じて、これは音以外の要素が原因になっていると考えられる。

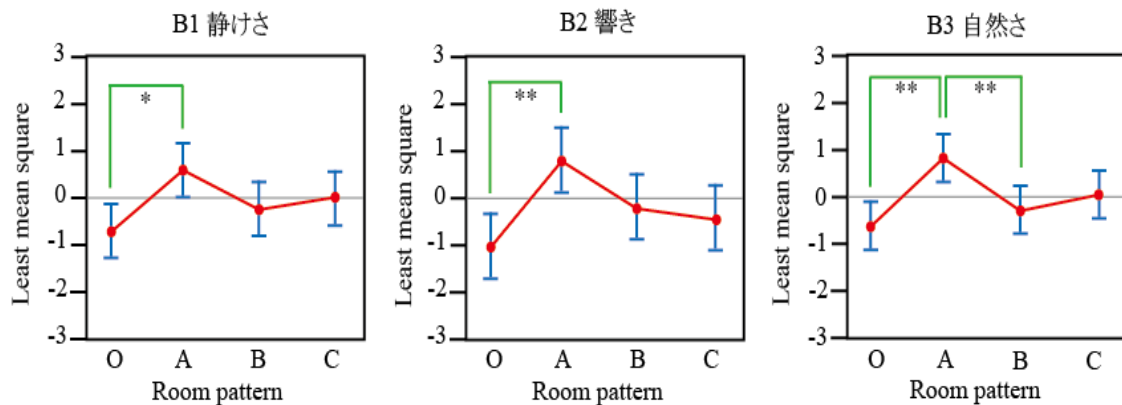


図 2-22 B1, B2, B3 の平均得点(\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ )

表 2-10 B1, B2, B3 の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語        | 要因      | 自由度 | 平方和     | F 値    | p 値      |
|------------|---------|-----|---------|--------|----------|
| B1 : 静けさ   | 性別      | 1   | 1.0000  | 0.7368 | 0.3943   |
|            | 環境条件    | 3   | 14.1250 | 3.4693 | 0.0220*  |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 4.6250  | 1.1360 | 0.3425   |
| B2 : 部屋の響き | 性別      | 1   | 1.5625  | 0.8178 | 0.3697   |
|            | 環境条件    | 3   | 27.1250 | 4.7321 | 0.0052** |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 2.0625  | 0.3598 | 0.7822   |
| B3 : 自然さ   | 性別      | 1   | 0.1406  | 0.1504 | 0.6997   |
|            | 環境条件    | 3   | 18.9219 | 6.7438 | 0.0006** |
|            | 性別×環境条件 | 3   | 5.5469  | 1.9769 | 0.1279   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

### 話声の印象 (C1-C5)

話声の印象に関しては、すっきりしたーこもった (C1) が残響時間の低音域に対応、金属的なーまろやかな (C2) が残響時間の高音域に対応すると想定しているが、Fig. と対照すると、低音域ではタイプ O と C はほぼ同じ、残響時間が長い、タイプ A と B はほぼ同じ、残響時間が短い。しかし、すっきり感 (C1) ではタイプ A と B の有意差も出ており、吸音材は三種類とも白っぽく製品を選んで視覚要素をなるべく排除したが、ここでは視覚的な要素も入ったかもしれないと考えられる。一方、高音域の残響時間では Fig. によると、タイプ A、B、C は大体同じく、タイプ O より短い結果であり、心理量の金属性 (C2) は物理量と概ね対応している。

相手の声の大きさ (C3)、相手の声の聞き取れ (C4)、自分の声の伝え (C5) に関しては、環境条件に対しての有意差が認められなかった。

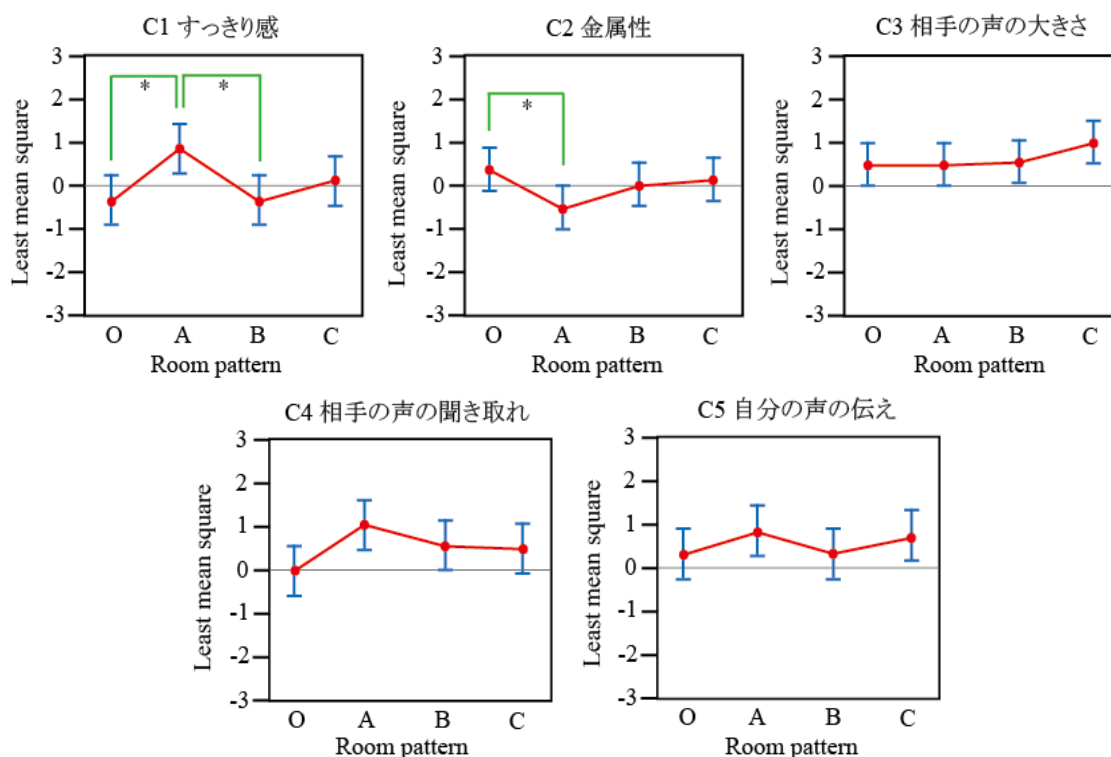


図 2-23 C1, C2, C3, C4, C5 の平均得点(\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01)

表 2-11 C1, C2, C3, C4, C5 の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語            | 要因      | 自由度 | 平方和     | F 値    | p 値     |
|----------------|---------|-----|---------|--------|---------|
| C1 : すっきり      | 性別      | 1   | 0.2500  | 0.1944 | 0.6609  |
|                | 環境条件    | 3   | 15.0625 | 3.9051 | 0.0133* |
|                | 性別×環境条件 | 3   | 4.1250  | 1.0694 | 0.3695  |
| C2 : 金属性       | 性別      | 1   | 0.5625  | 0.7636 | 0.3859  |
|                | 環境条件    | 3   | 6.8125  | 3.0828 | 0.0346* |
|                | 性別×環境条件 | 3   | 7.3125  | 3.3091 | 0.0265* |
| C3 : 相手の声の大きさ  | 性別      | 1   | 4.0000  | 4.4800 | 0.0388* |
|                | 環境条件    | 3   | 3.5625  | 1.3300 | 0.2738  |
|                | 性別×環境条件 | 3   | 0.8750  | 0.3267 | 0.8061  |
| C4 : 相手の声の聞き取れ | 性別      | 1   | 2.2500  | 1.7500 | 0.1913  |
|                | 環境条件    | 3   | 9.0625  | 2.3495 | 0.0822  |
|                | 性別×環境条件 | 3   | 6.6250  | 1.7176 | 0.1738  |
| C5 : 自分の声の伝え   | 性別      | 1   | 5.0625  | 4.5000 | 0.0383* |
|                | 環境条件    | 3   | 3.1875  | 0.9444 | 0.4254  |
|                | 性別×環境条件 | 3   | 6.1875  | 1.8333 | 0.1516  |

\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01

### コミュニケーションの印象 (D1-D6)

コミュニケーションの印象に関しては、6つの項目全部同じ傾向を示しており、環境間の有意差が出なかったが、タイプ A は一番高い評価、タイプ B は一番低い評価、タイプ O と C は大体同じく評価で、A と B の真ん中にある傾向を示された。なお、盛り上がり (D1)、打ち解け (D2)、テンポ (D3)、会話しやすさ (D4) の 4 項目では性別の主効果も認めており、男女の評価は違う傾向があることが確認した。

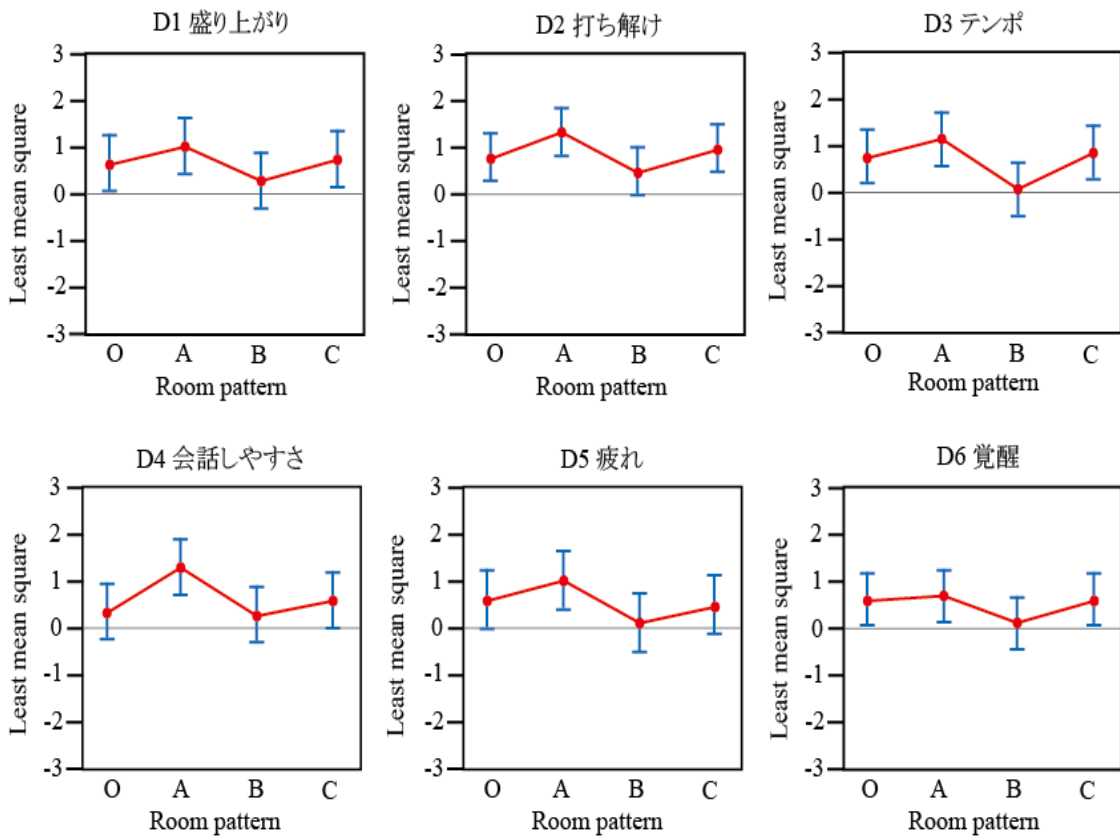


図 2-24 D1, D2, D3, D4, D5, D6 の平均得点(\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ )

表 2-12 D1, D2, D3, D4, D5, D6 の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語      | 要因      | 自由度 | 平方和     | F 値     | p 値      |
|----------|---------|-----|---------|---------|----------|
| D1：盛り上がり | 性別      | 1   | 20.2500 | 17.7188 | <.0001** |
|          | 環境条件    | 3   | 3.8750  | 1.1302  | 0.3447   |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 9.6250  | 2.8073  | 0.0478*  |
| D2：打ち解け  | 性別      | 1   | 13.1406 | 16.4902 | 0.0002** |
|          | 環境条件    | 3   | 6.4219  | 2.6863  | 0.0552   |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 2.4219  | 1.0131  | 0.3938   |
| D3：テンポ   | 性別      | 1   | 20.2500 | 21.3962 | <.0001** |
|          | 環境条件    | 3   | 9.6250  | 3.3899  | 0.0241*  |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 7.1250  | 2.5094  | 0.0680   |
| D4：話しやすさ | 性別      | 1   | 10.5625 | 8.2439  | 0.0058** |
|          | 環境条件    | 3   | 10.0625 | 2.6179  | 0.0598   |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 8.0625  | 2.0976  | 0.1108   |
| D5：疲れ    | 性別      | 1   | 3.5156  | 2.2859  | 0.1362   |
|          | 環境条件    | 3   | 5.4219  | 1.1751  | 0.3274   |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 8.5469  | 1.8524  | 0.1482   |
| D6：覚醒    | 性別      | 1   | 4.0000  | 3.5984  | 0.0630   |
|          | 環境条件    | 3   | 2.5625  | 0.7684  | 0.5166   |
|          | 性別×環境条件 | 3   | 9.1250  | 2.7363  | 0.0520   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$



|    |             |             |                |             |
|----|-------------|-------------|----------------|-------------|
| 入室 | 1 分間<br>で体感 | もう一室<br>に移動 | 1 分間で体<br>感、比較 | アンケー<br>ト評価 |
|----|-------------|-------------|----------------|-------------|

## 2.4 残響比較実験

模擬会議実験の後、残響比較実験を追加した。これはシェッフエの一対比較法に基づきの聞き比べ実験である。

### 2.4.1 実験目的

模擬会議の時、被験者はディスカッションに集中し、音の変化が気づかないかもしれないため、音に専念できる単純な聞き比べ実験を追加し、部屋の印象を改めて確認する。

### 2.4.2 実験概要

#### ➤ 時間と場所

2013年2月23日（土）と24（日）の15:00~16:00に、コマニー（株）小松工場の会議室で残響比較実験を行った。

#### ➤ 被験者

模擬会議実験と同じ。

#### ➤ 実験手順

模擬会議実験の4部屋の他に、前述図2-8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2-3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。

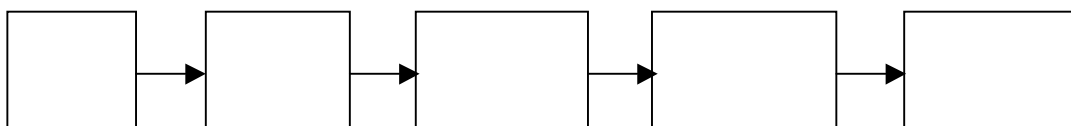


図 2-25 残響比較実験の流れ

➤ アンケート内容

残響比較実験ではコミュニケーションの雰囲気より部屋の音の変化をもっと注目するために、アンケートは 20 項目から音と一番関連のある 3 項目を抜粋し、残響感の変化を感じる部屋の響き (B2)、音色の変化を感じるすっきり感 (C1) と金属性 (C2) を選んだ。また、被験者に負担をかけずに即答させたいため、7 段階評価を 5 段階にした。なお、一対比較なので、アンケートに毎回「前回の部屋に比べて、今回の部屋のほうが：」という前提条件の文字で限定した。

表 2-13 残響比較実験の評価項目

| 評価尺度  |    |    |         |     |
|-------|----|----|---------|-----|
| -2    | -1 | 0  | 1       | 2   |
| かなり   | 少し | 同じ | 少し      | かなり |
| 部屋が響く |    | ⇔  | 部屋が響かない |     |
| こもった  |    | ⇔  | すっきりした  |     |
| まろやかな |    | ⇔  | 金属的な    |     |

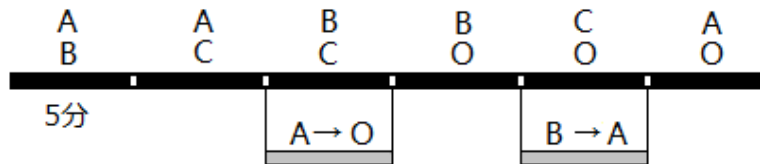
実際に使用したアンケート用紙が付録 B を参照する。

➤ 実験計画

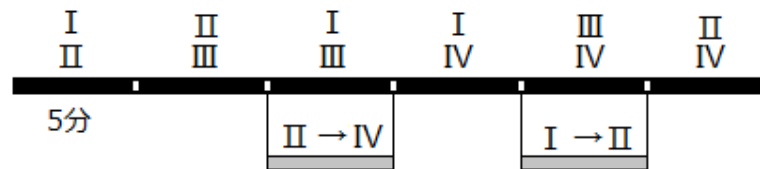
被験者 16 名は男女別に 2 人 1 組で、毎回比較する 2 つの部屋に、2 組が別々の部屋に入り、1 分間の体感が終わったら、2 組はお互いの部屋を交換して比較する。つまり 2 組の部屋条件の経験順はお互いの逆順であり、順序効果の影響を排除することができる。1 回の比較、部屋の交換及びアンケートの回答などは 5 分間で完了する。なお、残響比較実験の対象について、前半はタイプ O,A,B,C の組み合わせの 6 つの比較対で、後半はパターン I、II、III、IV の 6 つの比較対である。タイムスケジュールは図 2-26 の通りで行った。



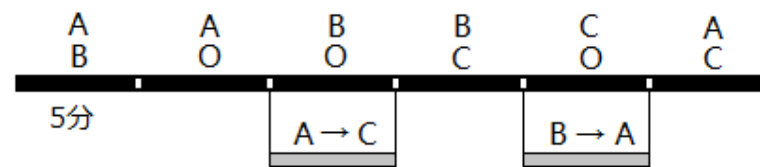
2月23日（土）15:00～15:30



2月23日（土）15:30～16:00



2月24日（日）15:00～15:30



2月24日（日）15:30～16:00

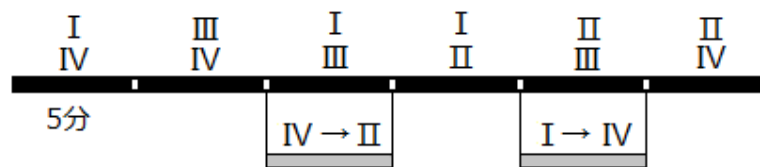


図 2-26 残響比較実験のタイムスケジュール

## 2.4.3 実験結果と考察

### ➤ 評価項目間の関連性

評価項目間の関連性を確認するため、全被験者の評価点により項目間の相関係数を算出した。相関係数の組み合わせを表 2-14 に示す。(a)は前半実験（吸音の周波数特性の違うタイプ O~C）の結果で、(b)は後半実験（同じ吸音材で分量と配置の違うパターン I~IV）の結果である。相関係数 0.5 以上を青い、0.7 以上をピンクで示す。

後半では「響く」と「金属性」がやや強い相関があるが、前半では「響く」と他の 2 項目の相関がそれほどではないことを示された。

表 2-14 評価項目間の相関係数

| (a) タイプ O~C 組 |       |         | (b) パターン I~IV 組 |       |         |
|---------------|-------|---------|-----------------|-------|---------|
|               | 響く    | すっきり金属性 |                 | 響く    | すっきり金属性 |
| 響く            |       |         | 響く              |       |         |
| すっきり          | 0.59  |         | すっきり            | 0.14  |         |
| 金属性           | -0.57 | -0.29   | 金属性             | -0.74 | 0.02    |
|               |       | 0.5以上   |                 |       | 0.7以上   |

### ➤ 前半実験の結果

響きの聞き比べに関して、3つの評価項目の結果を図 2-27 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ており、特にタイプ O は金属的かつこもった響きとして評価されている。なお、すっきり感については、模擬会議実験と若干異なり、タイプ B は A に近い高評価、タイプ C は O に近い低評価となり、残響時間の周波数特性に対応する結果となった。

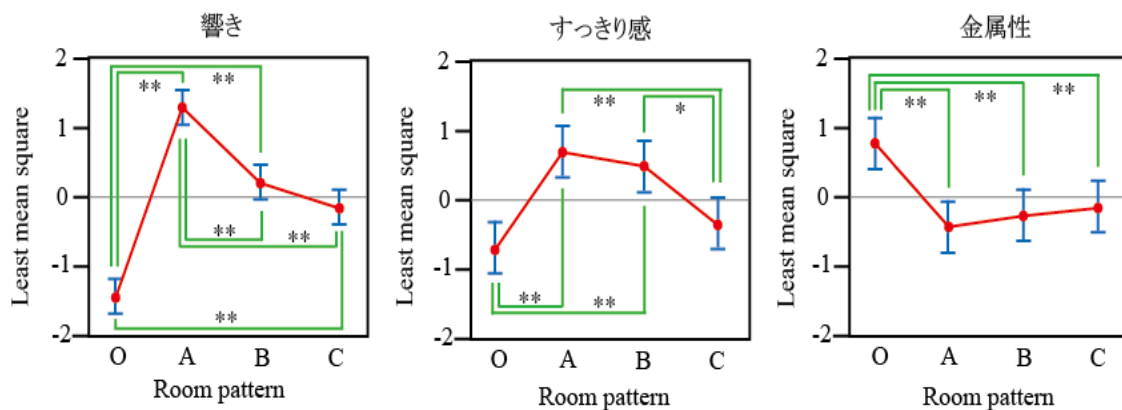


図 2-27 タイプ O~C の結果(\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ )

表 2-15 タイプ O~C の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語  | 要因      | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|------|---------|-----|----------|---------|----------|
| 響く   | 性別      | 1   | 1.41e-19 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 60.1806  | 64.0909 | <.0001** |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 0.5139   | 0.5473  | 0.6520   |
| すっきり | 性別      | 1   | 1.56e-20 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 19.2639  | 12.0422 | <.0001** |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 3.0972   | 1.9361  | 0.1342   |
| 金属性  | 性別      | 1   | 6.25e-20 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 14.1528  | 8.0667  | 0.0001** |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 1.5417   | 0.8787  | 0.4577   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

### ➤ 後半実験の結果

図 2-28 の示すように、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 ですっきり感以外の響きと金属性に有意差は認められたが、I と II の間及び III と IV の間の配置の影響に有意差は認められなかった。

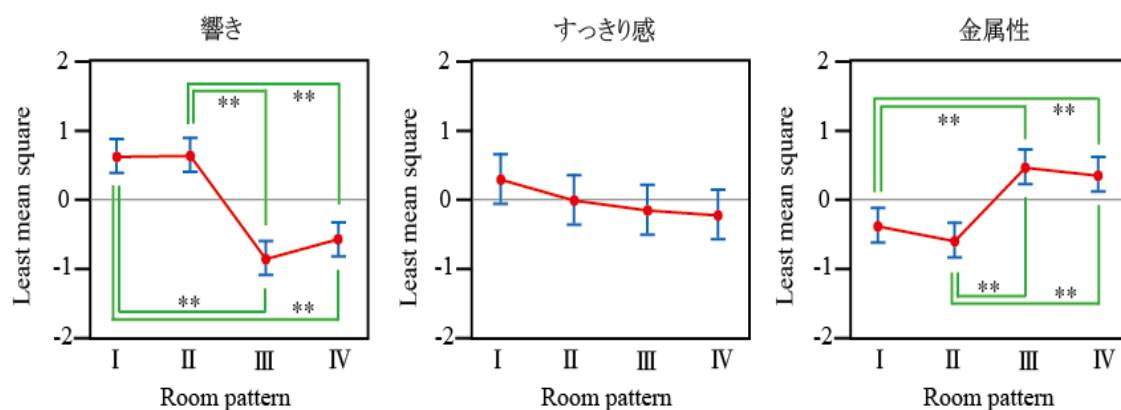


図 2-28 パターン I ~IV の結果(\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ )

表 2-16 パターン I ~IV の 2 元配置分散分析の結果

| 評価語  | 要因      | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|------|---------|-----|----------|---------|----------|
| 響く   | 性別      | 1   | 3.08e-33 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 29.9306  | 43.6298 | <.0001** |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 1.9306   | 2.8142  | 0.0474*  |
| すっきり | 性別      | 1   | 1.56e-20 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 2.3750   | 1.6008  | 0.1995   |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 3.2639   | 2.1999  | 0.0982   |
| 金属性  | 性別      | 1   | 1.41e-19 | 0.0000  | 1.0000   |
|      | 環境条件    | 3   | 13.2083  | 16.0506 | <.0001** |
|      | 性別×環境条件 | 3   | 2.7639   | 3.3586  | 0.0250*  |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

## 2.5 まとめ

本章は物理測定と心理実験を通じて吸音対策と会話コミュニケーションの印象の関係性を検討した。

2.2 節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。次の章節 2.3 と 2.4 では、本節で室内音響特性が明らかとなった会議室二組において 2 つの心理実験を実施する。

2.3 節では心理実験を通じて、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。模擬会議中で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、会議中の室内騒音レベルは吸音面積の増加に応じて低下することも確認された。

今回の実験では 4 種類の印象評価に対して音環境の主効果が認められたが、多重比較した結果、コミュニケーションの印象については有意差が出なかった。それは今回のディスプレイ実験では 10 分しかないもので、D5 の疲れ、D6 の覚醒について差が出にくいと考えられる。

2.4 節では一対比較実験を通じて、前半の部分では模擬会議実験より響きの違いが明

確に認識され、また「すっきり感」に対しての評価も残響時間の周波数特性に対応する結果となった。後半では、吸音材の分量によって響きと金属性の有意差が出ており、同じ枚数で配置の違うによって有意差が出なかったが、集中配置より分散配置の方が響かない傾向を確認した。

また、今回の実験はなるべく視覚要因の影響を排除したが、まだ不完全なので、次の実験はアイマスクをかけて行う必要があると考える。





## 第3章

# 吸音対策が「聴取」と「発話」に及ぼす影響

### 3.1 はじめに

コミュニケーションとは、一人の作業ではなく、話者と聴者双方の相互作用による成立するもので、話者が情報を伝達し、聴者がその話を聞く。つまり、会話コミュニケーション中、「聴く」と「話す」は常に存在し、会話成立に不可欠の組成部分である。

前章では、コミュニケーションと音環境の関係性を検討したが、吸音対策により印象の変化が会話コミュニケーションのどの部分に影響を作用するかまだ解明していない。本章では、「聴く」と「話す」を分けて吸音の影響を別々で検討する。

### 3.2 音響特性の把握

前章ではほぼ正方形の部屋で吸音材のいろいろなバリエーションの物理特性を検討したが、今回も吸音材のバリエーションによる検討なので、前回と違う形の部屋で測定を行い、物理データとしても単一型より全般的に把握できるという面で、今回は長方形の会議室でインパルス応答測定と心理評価実験を行う。

### 3.2.1 測定方法

➤ 時間と場所

2013年6月23日（日）に東京大学柏キャンパス環境棟6階のゼミ室61でインパルス応答測定を行った。



図 3-1 ゼミ室 61

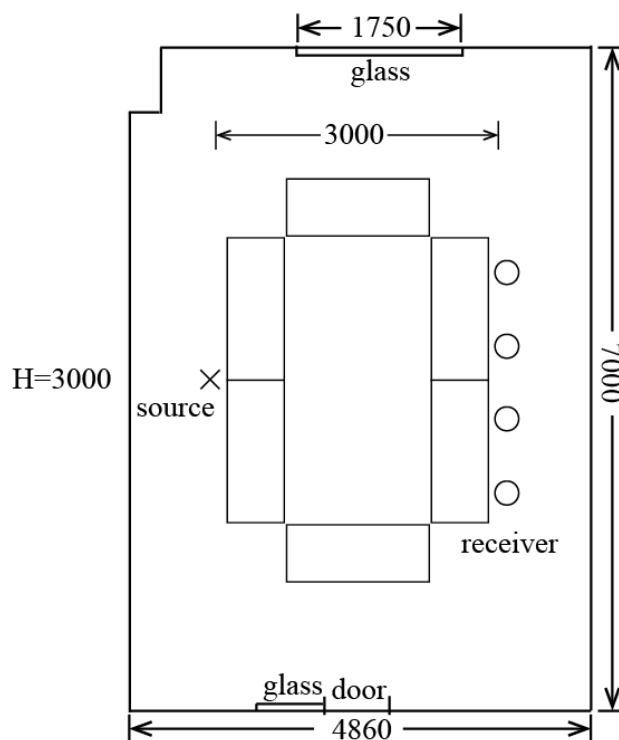


図 3-2 ゼミ室の平面図

➤ **測定概要**

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。椅子の対面側の中央に12面体スピーカーを設置し、測定信号を流す。



図 3-3 インパルス応答測定の様子

➤ **測定システム**

前章 2.2.2 のシステムと同じ。

➤ **測定条件**

前章の実験結果によって、タイプ A の吸音材が一番効果的だと言える。今回の実験は1種類の吸音材を使って配置を変換して検討する実験だから、一番効果のいいものを使うことがデータの的に目安もなるので、今回は全部タイプ A の吸音材を使うことにした。

また、前回はタイプ B,C の寸法と統一するために、タイプ A の吸音材の元のサイズから半分を切って使ったものだから、今回は部屋が前より大きいこともあり、タイプ A の元のサイズ  $900 \times 2000 \times 36(\text{mm})$  で実験を行う。

そして、部屋に貼る吸音パネルの枚数については、部屋の響きを全般的に把握するために、「吸音しない」から「吸音し過ぎ」まで、0 から 4 枚ずつ増加し、最大は 16 枚である。吸音材の中心間隔を 0.9m (集中配置の場合)、中心高さを床面上 1m とする。レイアウトは長辺配置、短辺配置、直交配置、四辺配置にして、以下の 12 のパターンを選んで、今回の実験を行う。

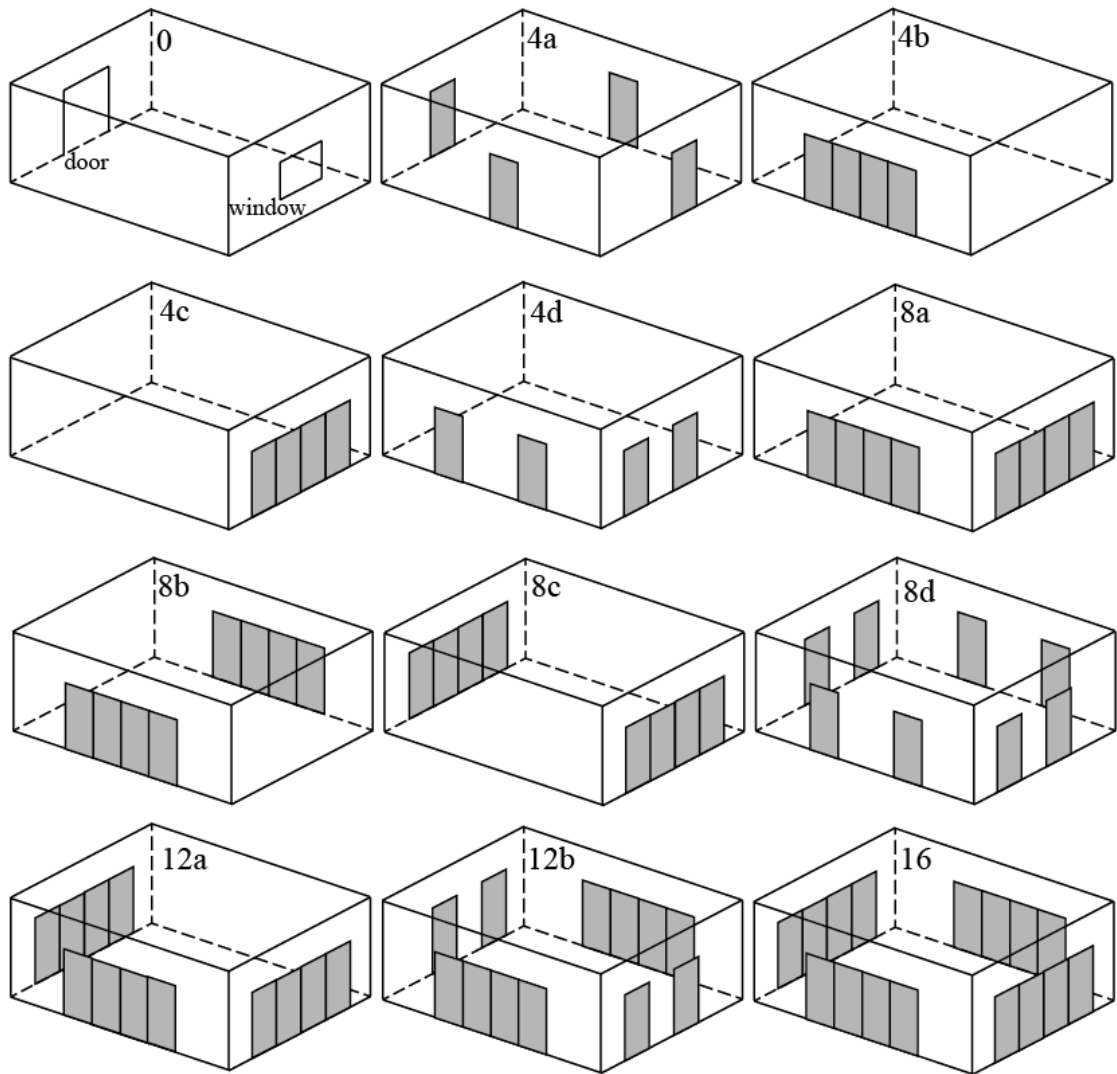
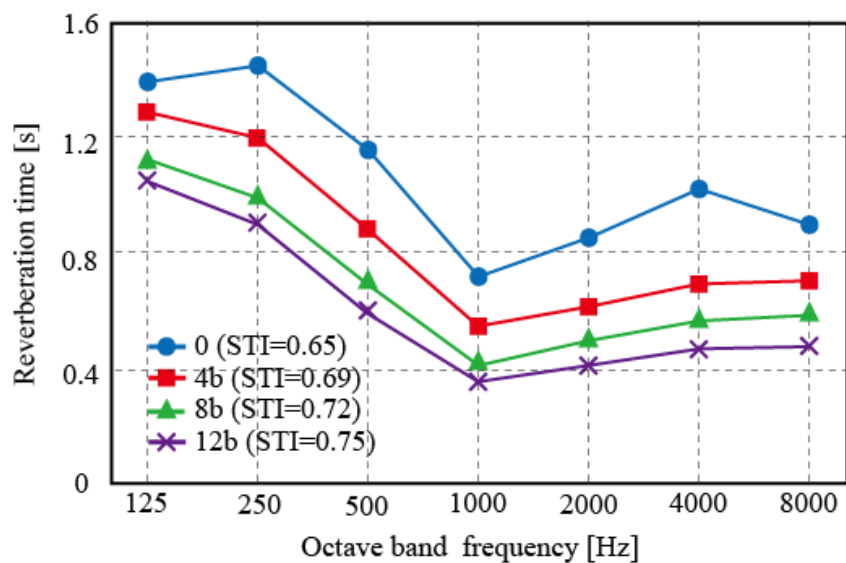


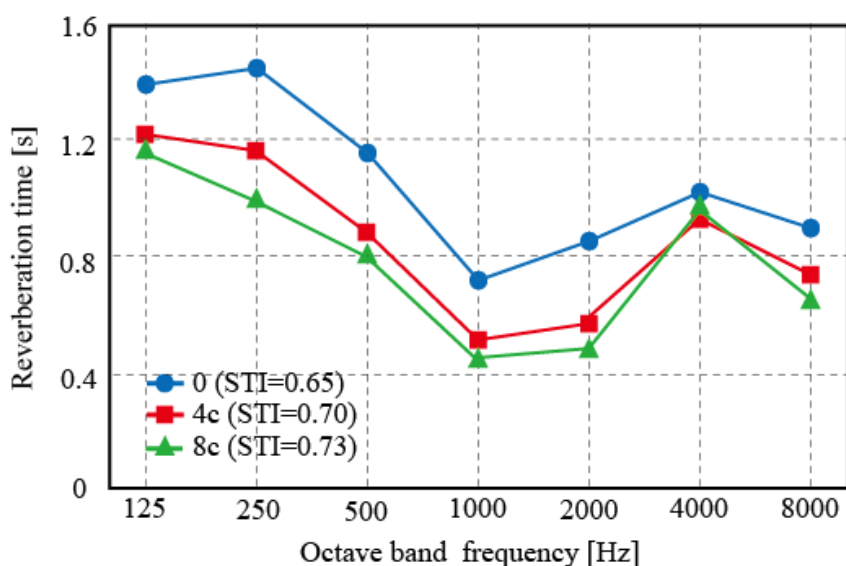
図 3-3 12 種の配置パターン

### 3.2.2 測定結果と考察

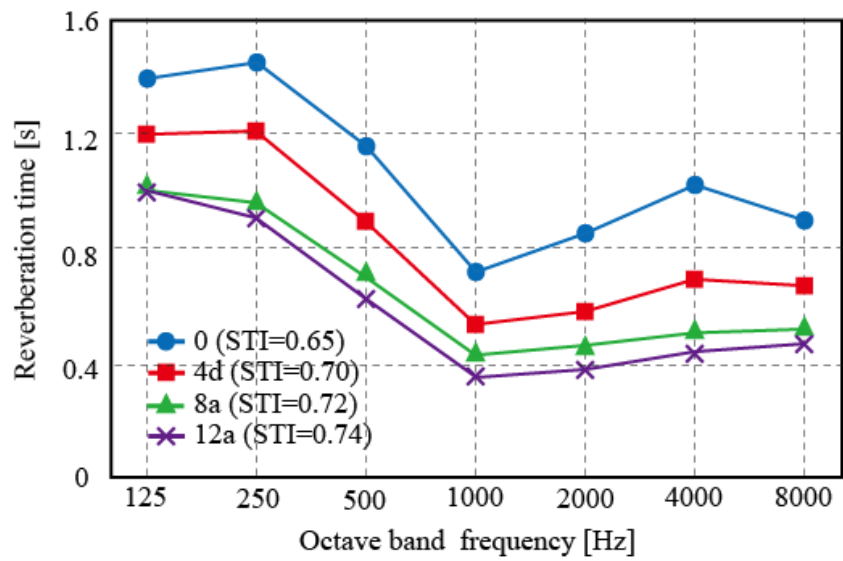
図 3-4 に配置別の残響時間  $T_{30}$  を示す。パターン 0 は目安として組ごとに入れた。そのうち、短辺配置のパターンは他のパターンと違う傾向の結果を示し、それは短辺の吸音により、長辺の平行壁面の中の音波の反射が残りやすくなり、フラッターエコーも形成し、高い周波数の残響時間が長くなるのである。



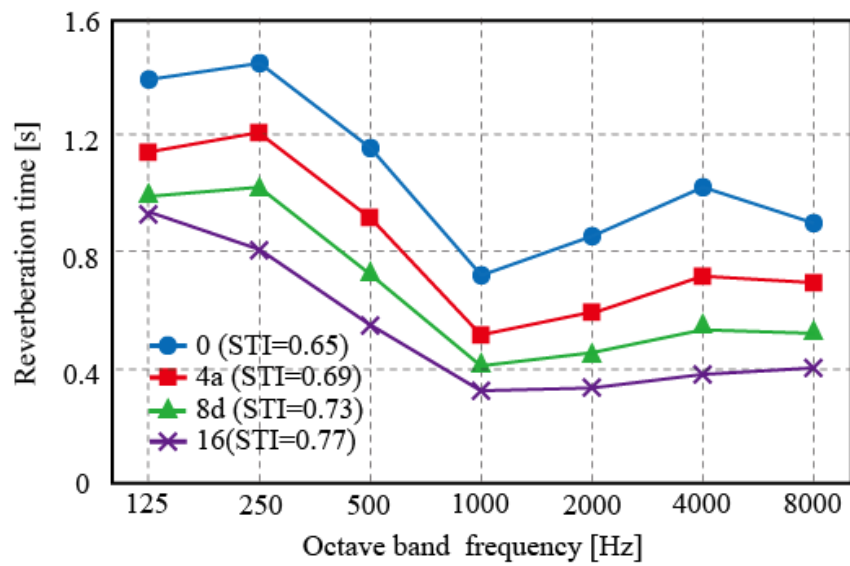
(a)長辺配置



(b)短辺配置



(c)直交配置



(d)四辺配置

図 3-4 配置別の残響時間

図 3-5 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、前述のように、パターン 4c、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。

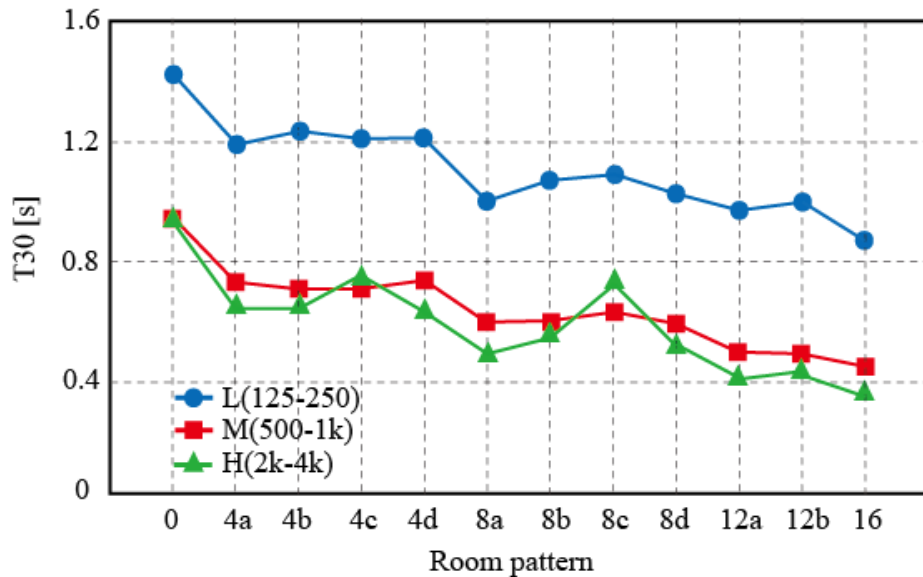


図 3-5 全パターンの残響時間

参考までに、全パターンの初期残響時間 EDT を算出した。図 3-6 の結果によって、中音域と高音域では吸音材の増加により低下する傾向を示したが、低音域ではばらつきがあり、残響時間  $T_{30}$  の傾向とは必ずしも一致していない。

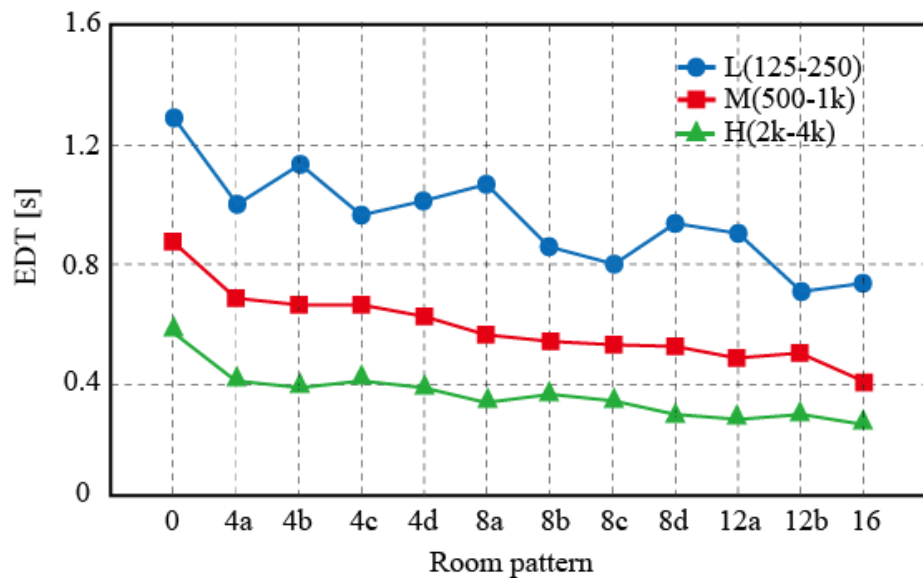


図 3-6 全パターンの初期残響時間

図 3-7 に明瞭度に関する全パターンの D50 と STI を示す。STI では吸音材の増加により単調に上昇する傾向が確認できる。図 3-5 の残響時間と対照すると、同じ枚数の 4 枚と 8 枚配置の中で、短辺配置のパターン 4c と 8c の残響時間が一番長いことが分かる。また、フラッターエコーがパターン 0 以外一番著しいため、測定の時 TSP 信号に対する聴感も同枚数配置の中で一番悪かった。しかし、STI では 4c は 4a,4b より高い、8c は 8a,8b より高い結果を得る。それは、明瞭度と聞き取りにくさは必ずしも対応していないので、STI で解釈できない部分でもある。

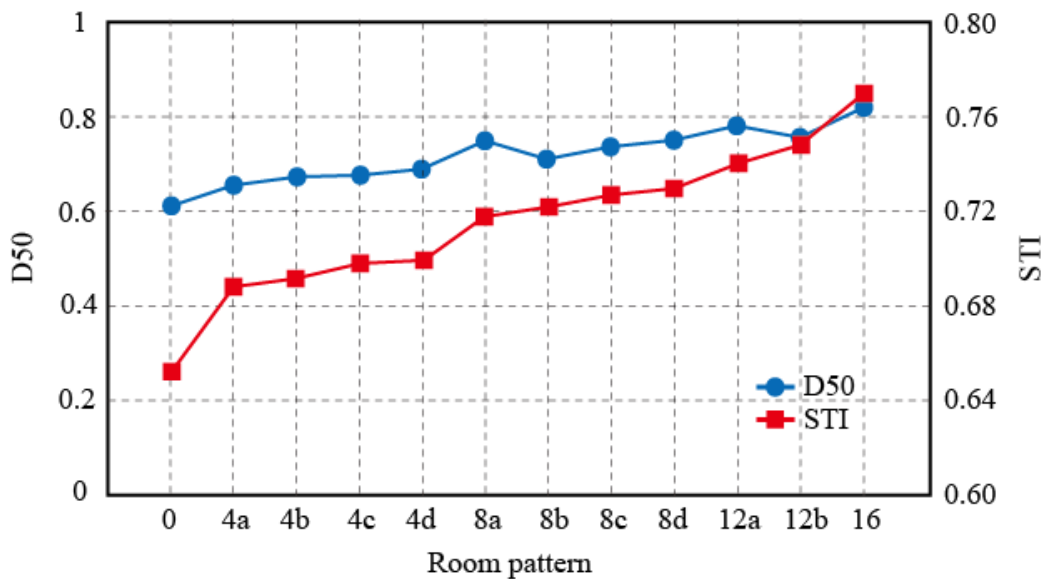


図 3-7 全パターンの D<sub>50</sub> と STI 値



### 3.3 音声評価実験

音声評価実験は、異なる吸音配置の環境で、被験者たちに音を「聴く」、また自分で「話す」、そして「聞こえた音」と「自分の声」に対してどう感じるか別々で評価する心理実験である。

#### 3.3.1 実験目的

会話コミュニケーションの組成部分である「聴く」と「話す」、その両者を分けて音声に対して別々で評価する。また、「聞き取りやすさ」と「話しやすさ」について吸音対策による影響を検討する。

#### 3.3.2 実験概要

##### ➤ 時間と場所

2013年6月25日（火）～28日（金）に、時間の影響及び時間帯による暗騒音の変化の影響を排除するため、4日間毎日同じ時間帯で、18:30～21:30のうち2時間程度で、東京大学柏キャンパス環境棟6階のゼミ室61で音声評価実験を行った。また、実験は全部空調OFFの状態で行った。



図 3-8 実験の様子

➤ **被験者**

20才代の正常聴力を持つ人16人で、男女半々である。全員は本学の院生で、グローバルキャンパスで留学生の方も被験者をお願いした。被験者は日本人8人（男性5名女性3名）と中国の留学生8人（男性3名女性5名）である。また、アンケートは日本語のため、留学生の被験者は全員日本語能力試験N1級資格を持つ人で、評価語に対する理解の誤りがないと考えられる。

➤ **実験音源**

前章の残響比較実験では、被験者は自由に発声したり手を叩いたり部屋間の響きを聞き比べた。しかし、これでは、結局比べられた音は人それぞれで、評価語に対する評価が厳密とは言えない。音源を統一して、前の方法より部屋間の違いがはっきり分かると考えられる。また、視覚要因の影響も排除せず、結果に影響があるかもしれない。そこで、今回は同じ内容の男性と女性の音声CDを流して、アイマスクをかける状態で聴感実験を行う。

音の聴取部分では、吸音による「聞き取りにくさ」の変化を検証したいので、音源の音声を英語音声にした。16人の被験者に対して英語はネイティブではない（英語は母国語、また英語系の国で生活した人がいない）ので、ネイティブではない言語に対して母国語より「聞き取りにくさ」の差が出やすいと想定し、英語音声を選んだ。

音源はカナダの National Research Council の建築音響研究室において収録されたもので、発話者は50歳代の男性と30歳代の女性である。発話者は口元から50cmに設置したマイクロホン（騒音計：リオン製 NA26）に向かって次の文章を朗読した。なお、音声の時間平均レベル（1m換算値）は男声56dBA、女声が49dBAである。

Coffee is the commonly used drug in the world. Although a cup can be stimulating in the morning and relaxing after dinner, too much has a downside. Caffeine is addictive. Its withdrawal can cause anxiety, sleeplessness, headache and increased irritability. Good sense and moderation can solve these problems.

実験時の音源の音量設定については、日常会話の音量に合わせるように、スピーカーから1m離れたところで、男性音声を60dBA、女声音声を55dBAにした。

➤ **使用機材**

CDプレーヤー（SONY, G-PROTECTION）、スピーカー（YAMAHA, NS-2HX）、パワーアンプ（SONY, TA-F501）

開始

アイマスク  
をかける

20 秒間  
音を聞く

アンケート  
評価 1

聴く

終了



図 3-9 音源再生システム

➤ 実験手順

被験者は 4 人 1 組で部屋に入り、着席した後教示文とアンケートを配り、スタッフが実験について説明する。その後、被験者がアイマスクを着用し、1 回目の聴感実験（ダミー）を始まり、20 秒間男性アナウンサーの CD を聞く。20 秒終わったら、被験者たちに部屋のレイアウトを見えないように、スタッフが視線遮断用の段ボールを被験者の前に置き、被験者はアイマスクをはずし、アンケートを回答してもらう。回答終了以降は、またアイマスクをかけ、一人ずつ順番で名前と出身と所属を含めて自己紹介を行う。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吸音パネルを運び、部屋のレイアウトを変える。パネル運びの音によりパネルの位置が分かる恐れがあるため、その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自由な音量で聴き 2 分間くらい休憩する。その後、段ボールを撤去し、音楽を止め、次の実験が始まる。

以上の流れは 1 セットとして、それから 12 のパターンをランダム順で 12 セットを経験する。終わったら、被験者は 10 分間の休憩をとり、リフレッシュする。その間スタッフが全部の吸音材を外に出して、また空室のダミー条件を作る。今度は 20 秒間女性アナウンサーの CD を聞かせる。そしてまた 12 のパターンをランダム順で経験させる。

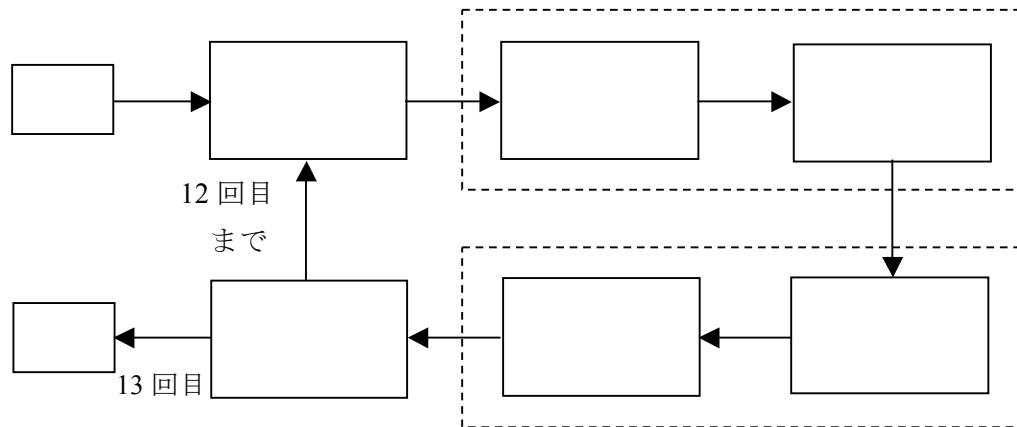


図 3-10 音声評価実験の流れ

➤ アンケート内容

今回のアンケートでは、残響比較実験の残響感と音色を評価する3つの項目を保留した上で、音量感「声が小さいー声が大きい」と会話コミュニケーションしやすさ「聞き取りにくいー聞き取りやすい」または「話しにくいー話しやすい」の項目も加え、聞こえた音と自分の声を分けて計10項目で、7段階尺度で回答させた。

表 3-1 音声評価実験の評価項目

|                 |  | 評価尺度    |     |    |               |         |     |     |
|-----------------|--|---------|-----|----|---------------|---------|-----|-----|
|                 |  | -3      | -2  | -1 | 0             | 1       | 2   | 3   |
| 区分              |  | 非常に     | かなり | 少し | いえない<br>どちらとも | 少し      | かなり | 非常に |
| 聞こえた音<br>に対する評価 |  | 部屋が響く   |     |    | ⇔             | 部屋が響かない |     |     |
|                 |  | こもった    |     |    | ⇔             | すっきりした  |     |     |
|                 |  | まろやかな   |     |    | ⇔             | 金属的な    |     |     |
|                 |  | 声が小さい   |     |    | ⇔             | 声が大きい   |     |     |
|                 |  | 聞き取りにくい |     |    | ⇔             | 聞き取りやすい |     |     |
| 自分の声<br>に対する評価  |  | 響きがある   |     |    | ⇔             | 響きがない   |     |     |
|                 |  | こもった    |     |    | ⇔             | すっきりした  |     |     |
|                 |  | まろやかな   |     |    | ⇔             | 金属的な    |     |     |
|                 |  | 声が小さい   |     |    | ⇔             | 声が大きい   |     |     |
|                 |  | 話しにくい   |     |    | ⇔             | 話しやすい   |     |     |

また、実際に使用したアンケート用紙、教示文など付録Cを参照する。



図 3-11 アンケートを答える様子

➤ 実験計画

1 セットでは 4 分くらいがかかり、全 26 セットで約 100 分、説明と休憩の時間も加わると、被験者 1 人当たりの拘束時間はおよそ 2 時間である。なお、順序効果を低減するために、部屋の順番はくじ引きでランダム順に決まる。

表 3-2 12 のパターンの経験順

| 組 | 音源 | 部屋順<br>(dm はダミー) |     |     |    |    |     |    |     |     |    |     |     |     |
|---|----|------------------|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|   |    | dm               | 8c  | 4b  | 4d | 8d | 12a | 0  | 12b | 16  | 4c | 8a  | 4a  | 8b  |
| 1 | 男  | dm               | 8c  | 4b  | 4d | 8d | 12a | 0  | 12b | 16  | 4c | 8a  | 4a  | 8b  |
|   | 女  | dm               | 12a | 8c  | 8d | 16 | 4c  | 0  | 8b  | 8a  | 4a | 4b  | 12b | 4d  |
| 2 | 男  | dm               | 16  | 12a | 0  | 4c | 12b | 8b | 4b  | 8a  | 8d | 4d  | 4a  | 8c  |
|   | 女  | dm               | 8a  | 0   | 8d | 8c | 12a | 4b | 12b | 4c  | 16 | 4a  | 4d  | 8b  |
| 3 | 男  | dm               | 8a  | 4d  | 8d | 0  | 4a  | 16 | 8c  | 8b  | 4c | 12b | 4b  | 12a |
|   | 女  | dm               | 4c  | 12b | 4d | 8b | 8a  | 16 | 4a  | 0   | 8c | 12a | 4b  | 8d  |
| 4 | 男  | dm               | 8b  | 4b  | 8a | 16 | 8c  | 4c | 4a  | 8d  | 0  | 4d  | 12b | 12a |
|   | 女  | dm               | 8d  | 8b  | 0  | 4c | 8a  | 4a | 4b  | 12a | 8c | 12b | 4d  | 16  |

また、スタッフのパネルの入れ替え作業を順調に進むために、ゼミ室の床に図 3-11 の示す位置に番号シールを貼り、パネルの位置を固定した。

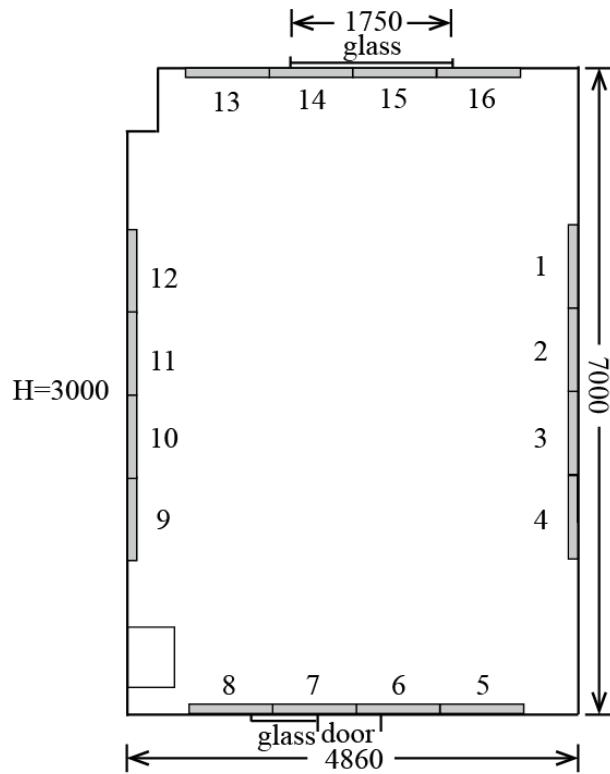


図 3-12 パネルの位置番号

表 3-3 パターンとパネルの対応関係

| パターン | パネルの位置                                 |
|------|--|
| 0    | なし                                     |
| 4a   | 2、6、10、14                              |
| 4b   | 1、2、3、4                                |
| 4c   | 13、14、15、16                            |
| 4d   | 1、4、14、16                              |
| 8a   | 1、2、3、4、13、14、15、16                    |
| 8b   | 1、2、3、4、9、10、11、12                     |
| 8c   | 5、6、7、8、13、14、15、16                    |
| 8d   | 1、4、6、8、9、12、14、16                     |
| 12a  | 1、2、3、4、5、6、7、8、13、14、15、16            |
| 12b  | 1、2、3、4、6、8、9、10、11、12、14、16           |
| 16   | 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16 |

### 3.3.3 実験結果と考察

実験の結果について、まず全体のデータを日本学生組と留学生組を分けて比較した。その結果、各項目の平均値では留学生組は日本学生組より常に少し高めの評価をしているが、それは日本学生組 8 人の中の 7 人は音響学知識を持っている人で、普通の人より少し厳しい基準で判断すると考えられる。全般的には個人の経験や好みによる個人差が非常に大きい、国による大きい差が生じないため、本節の結果分析は国の要因を排除し、全被験者 16 名のデータ合わせて常に被験者を要因に入れて検討する。

#### ➤ 評価項目間の関連性

評価項目間の関連性を確認するため、全被験者の評価点により項目間の相関係数を算出した。相関係数の組み合わせを表 3-4 に示す。(a)は聞こえた音に対する評価結果で、(b)は自分の声に対する評価結果である。相関係数 0.5 以上を青いで示す。

その結果、「すっきり感」との相関が「聞き取りやすさ」と「話しやすさ」両方とも現れ、他の項目間の相関が見られない。

表 3-4 評価項目間の相関係数

(a) 聞こえた音に対する評価

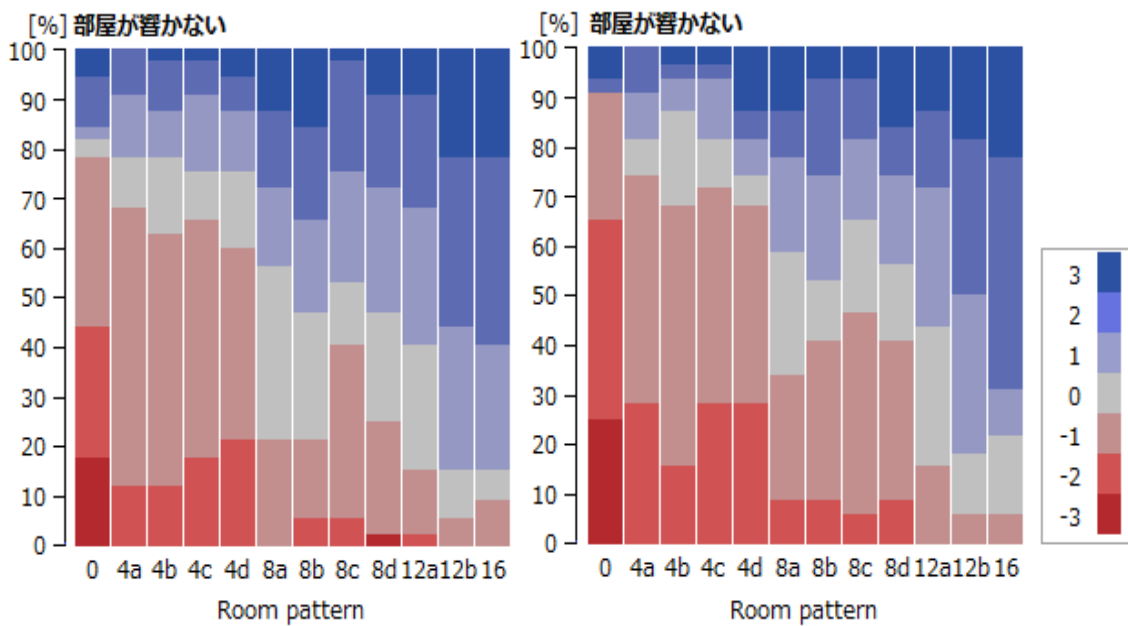
|       | 響く    | すっきり | 金属性  | 声の大きさ | 聞き取れ  |
|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 響く    |       |      |      |       |       |
| すっきり  | 0.38  |      |      |       |       |
| 金属性   | 0.17  | 0.41 |      |       |       |
| 声の大きさ | -0.28 | 0.16 | 0.04 |       |       |
| 聞き取れ  | 0.47  | 0.66 | 0.14 | 0.09  |       |
|       |       |      |      |       | 0.5以上 |

(b) 自分の声に対する評価

|       | 響く    | すっきり  | 金属性   | 声の大きさ | 話しやすさ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 響く    |       |       |       |       |       |
| すっきり  | 0.42  |       |       |       |       |
| 金属性   | 0.18  | 0.43  |       |       |       |
| 声の大きさ | -0.36 | -0.07 | -0.07 |       |       |
| 話しやすさ | 0.26  | 0.60  | 0.10  | 0.23  |       |
|       |       |       |       |       | 0.5以上 |

#### ➤ 全般的な評価

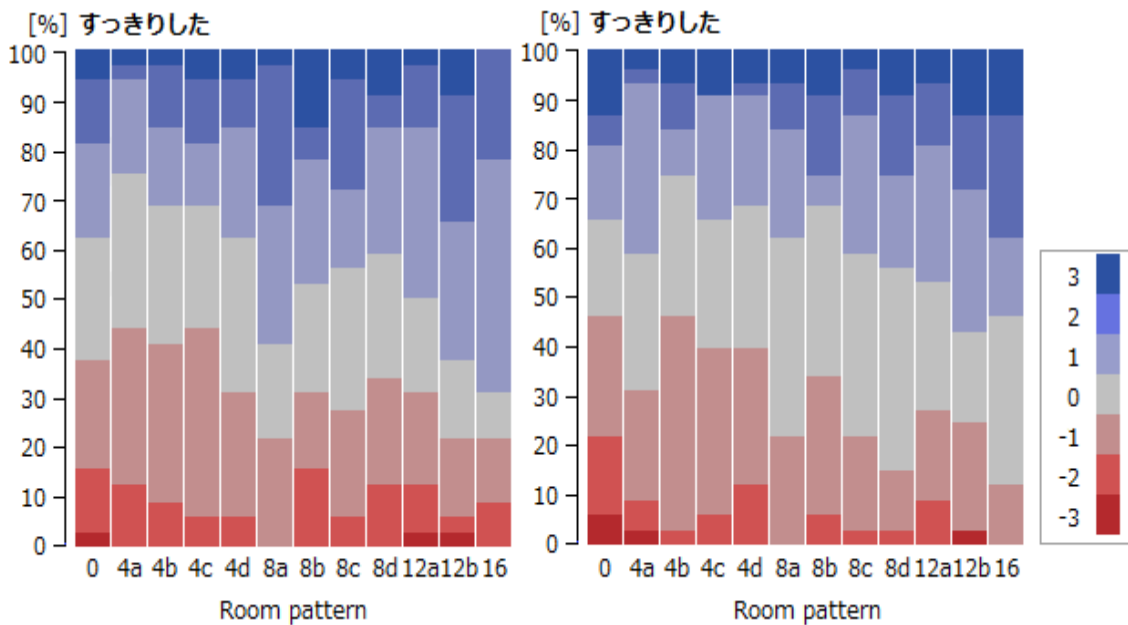
すべての環境条件に対して全被験者の各評価項目の得点分布は図 3-13～図 3-17 のように示す。



(a) 聴く

(b) 話す

図 3-13 部屋の響きの得点比率

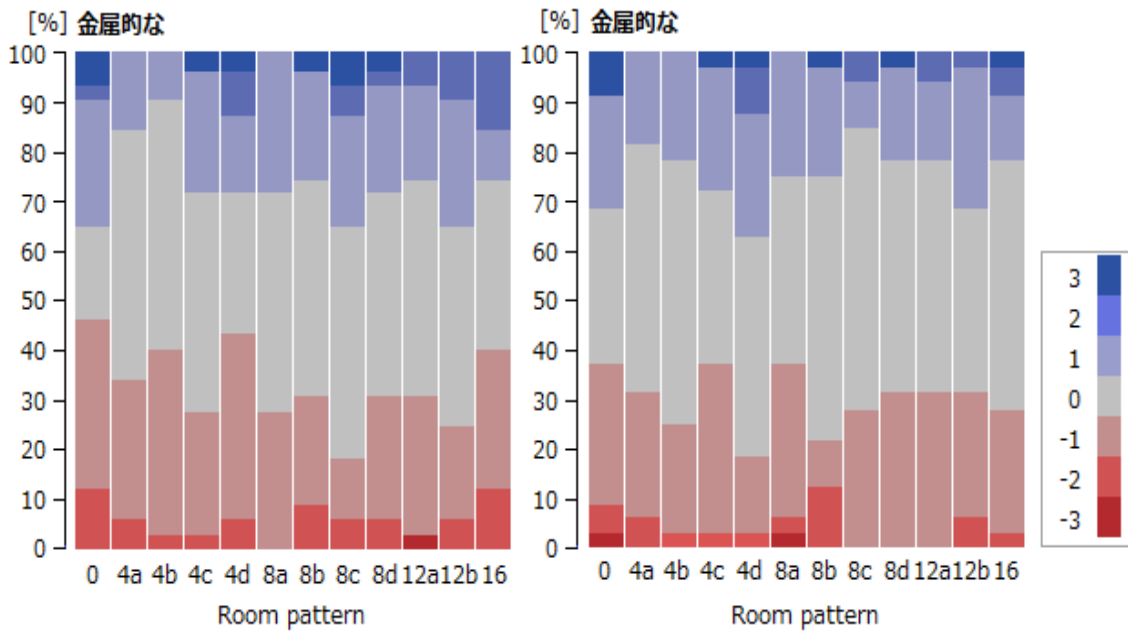


(a) 聴く

(b) 話す

図 3-14 すっきり感の得点比率

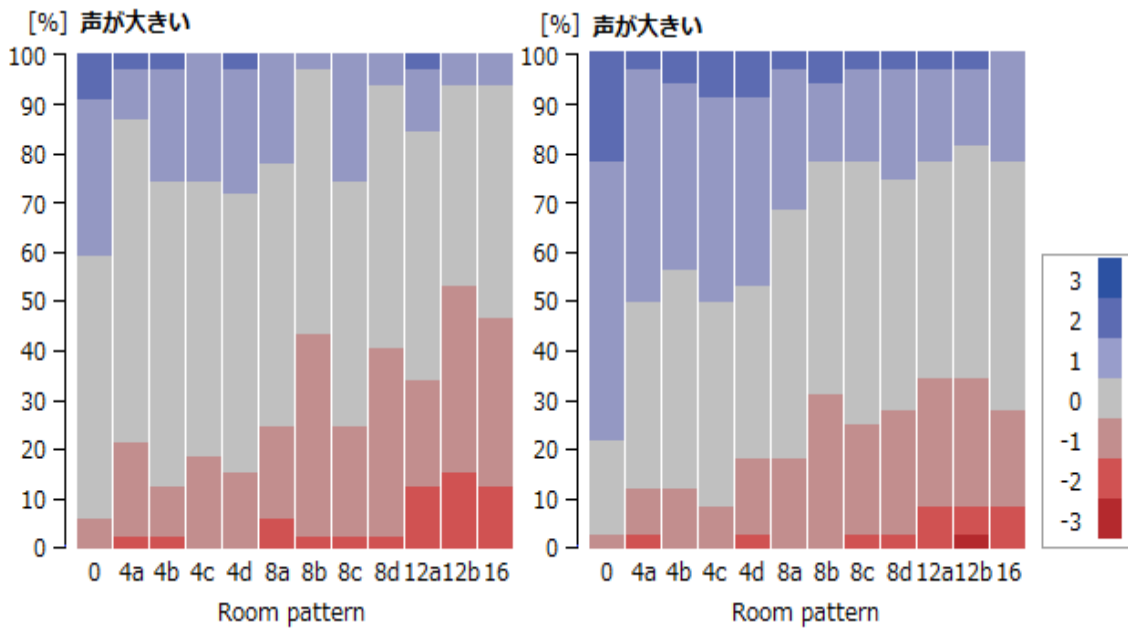




(a) 聴く

(b) 話す

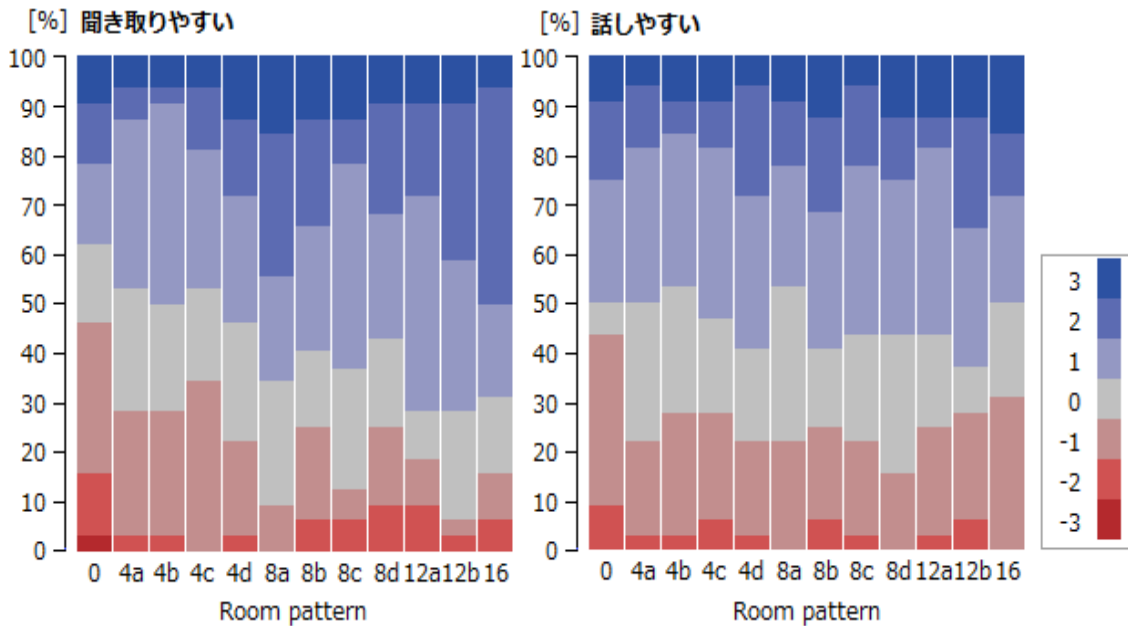
図 3-15 金属性の得点比率



(a) 聴く

(b) 話す

図 3-16 声の大きさの得点比率



(a) 聴く

(b) 話す

図 3-17 会話コミュニケーションしやすさの得点比率

図 3-13 は部屋の響きの得点比率で、青い方は「部屋が響かない」、赤い方は「部屋が響く」。吸音材の増加に対して「聴く」と「話す」両方とも響きの減少を示され、吸音材の分量による響きの差異は明らかにしている。また、吸音材の配置による差異は大きくないが、傾向として、吸音パネルが 4 枚の場合 4b,4d は 4a,4c より響かない、8 枚の場合短辺配置の 8c は他の配置より響く、12 枚の場合 12a は 12b より響くことが認識されている。なお、全体の分布から見ると、話す時は聴く時より部屋の響きの変化を感じやすいことも確認した。

図 3-14 はすっきり感の得点比率で、青い方は「すっきりした」、赤い方は「こもった」である。吸音材の増加による「こもった」と答えた比率の低減が見えるが、「聴く」と「話す」両方とも大きい変化が現れず、また、すっきり感に対しても、「聴く」より「話す」の方が感じやすい傾向があった。

図 3-15 は金属性の得点比率で、青い方は「金属的な」、赤い方は「まろやかな」である。金属性については音源の男声と女声の差異が出ておるが（後の結果分析で詳細を説明する）、環境条件による変化がほとんどない結果を示された。

図 3-16 は声の大きさの得点比率で、青い方は「声大きい」、赤い方は「声小さい」である。吸音材の増加によって声が小さく聞こえる傾向があり、声の大きさ

と環境条件の対応関係が両方ともはっきり現れた。また、「聞こえた音」に対して「声が小さい」と答えた比率が大きい、「自分の声」に対して「声が大きい」と答えた比率が大きいことも一つの特徴である。CD音源の音量をすでに正常発話のレベルに調整したので、これは音源の距離(3m)によって、自分の声より小さく聞こえるのを考えられる。

図 3-17 は会話コミュニケーションしやすさの得点比率で、青い方は「聞き取りやすい」/「話しやすい」のポジティブの評価で、赤い方は「聞き取りにくい」/「話しにくい」のネガティブの評価である。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。前の結果により、聴く時より話す時の方が「部屋の響き」や「すっきり感」の変化を感じやすいものの、「話しやすさ」はその影響を受けず、全条件ほぼ同じ結果を示された。

また、「聞き取りにくさ」の割合と STI の対応関係は既往研究により実験的に確かめられた。以下の式は引用したものであり、 $y$  (%) は「聞き取りにくさ」の割合を表す。

$$y = \frac{1 - \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{2 \times z^2}{\pi}\right)}}{2} \times 100 \quad (z \leq 0)$$

$$y = \frac{1 + \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{2 \times z^2}{\pi}\right)}}{2} \times 100 \quad (z \geq 0)$$

ただし、

$$z = -5.08 \times \text{STI} + 2.29$$

この式によって、本実験 12 の環境条件の STI を代入すると、「聞き取りにくさ」の割合を算出した。図 3-18 によって、「聞き取りにくさ」の割合は環境条件 16~0 に対して 4.8%~15.1% (黒い点) である。既往データと比べ、本実験の聞き取りにくさの割合が大きくて (赤い部分)、一つの原因は今回使った音源は英語音声で、母国語より聞き取りにくいと考えられる。

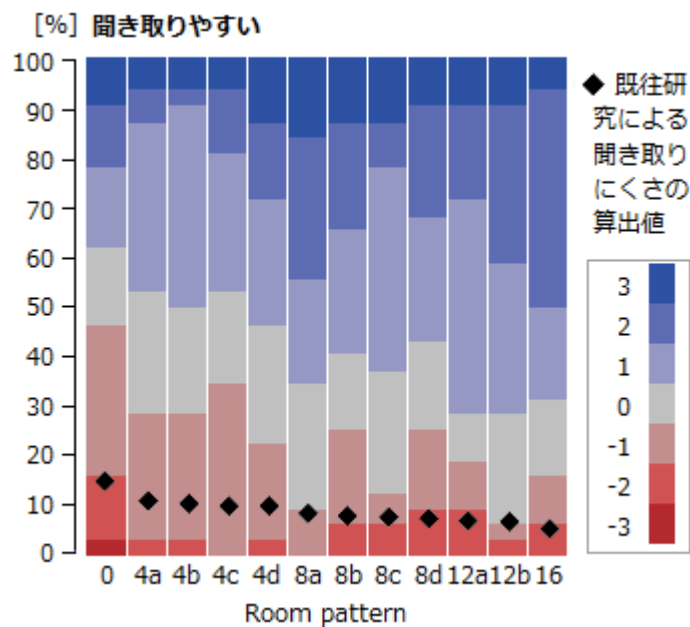


図 3-18 「聞き取りにくさ」の割合における  
既往研究算出値との対応関係

➤ 聞こえた音に対する評価

聞こえた音に対する評価について、環境条件、被験者と音源を要因として分散分析を行った。結果は表 3-5 のように、各項目に被験者の主効果は常にあり、「金属的な」以外の 4 項目に環境条件の主効果が認められた。音源の主効果が「すっきりした」と「金属的な」2 項目に現れ、それは男声と女声そもそも周波数が違い、音色を評価する 2 項目に主効果が出ることはその違いを認識されたことが分かった。また、音源と環境条件の交互作用を考察した上、各項目にいずれも交互作用が現れなかった。

表 3-5 「聴く」に対する評価項目の分散分析の結果

| 評価語         | 要因      | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|-------------|---------|-----|----------|---------|----------|
| 部屋が<br>響かない | 環境条件    | 11  | 245.6328 | 15.0314 | <.0001** |
|             | 被験者     | 15  | 169.7891 | 7.6195  | <.0001** |
|             | 音源      | 1   | 0.4401   | 0.2963  | 0.5866   |
|             | 音源×環境条件 | 11  | 10.5287  | 0.6443  | 0.7904   |
| すっきり<br>した  | 環境条件    | 11  | 31.4662  | 2.3397  | 0.0087** |
|             | 被験者     | 15  | 265.0182 | 14.4512 | <.0001** |
|             | 音源      | 1   | 5.2734   | 4.3133  | 0.0386*  |
|             | 音源×環境条件 | 11  | 12.5078  | 0.9301  | 0.5114   |
| 金属的な        | 環境条件    | 11  | 9.2162   | 1.0530  | 0.3991   |
|             | 被験者     | 15  | 119.6849 | 10.0281 | <.0001** |
|             | 音源      | 1   | 7.8776   | 9.9007  | 0.0018** |
|             | 音源×環境条件 | 11  | 8.7787   | 1.0030  | 0.4432   |
| 声大きい        | 環境条件    | 11  | 35.2188  | 6.7849  | <.0001** |
|             | 被験者     | 15  | 51.5729  | 7.2860  | <.0001** |
|             | 音源      | 1   | 0.0104   | 0.0221  | 0.8820   |
|             | 音源×環境条件 | 11  | 2.8021   | 0.5398  | 0.8758   |
| 聞き取り<br>やすい | 環境条件    | 11  | 42.3438  | 3.2374  | 0.0003** |
|             | 被験者     | 15  | 254.4063 | 14.2640 | <.0001** |
|             | 音源      | 1   | 0.0417   | 0.0350  | 0.8516   |
|             | 音源×環境条件 | 11  | 7.6458   | 0.5846  | 0.8414   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

次には、全環境条件において各評価項目の平均得点を図 3-19～図 3-23 に示し、更に多重比較をした結果、水準間有意差が出た項目を表 3-6～表 3-8 に示す。

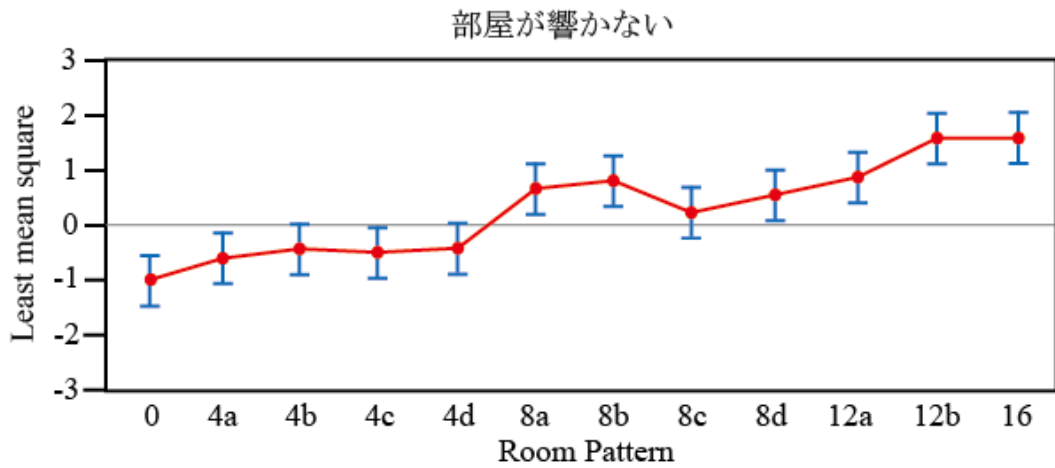


図 3-19 各環境条件下部屋の響きの平均得点

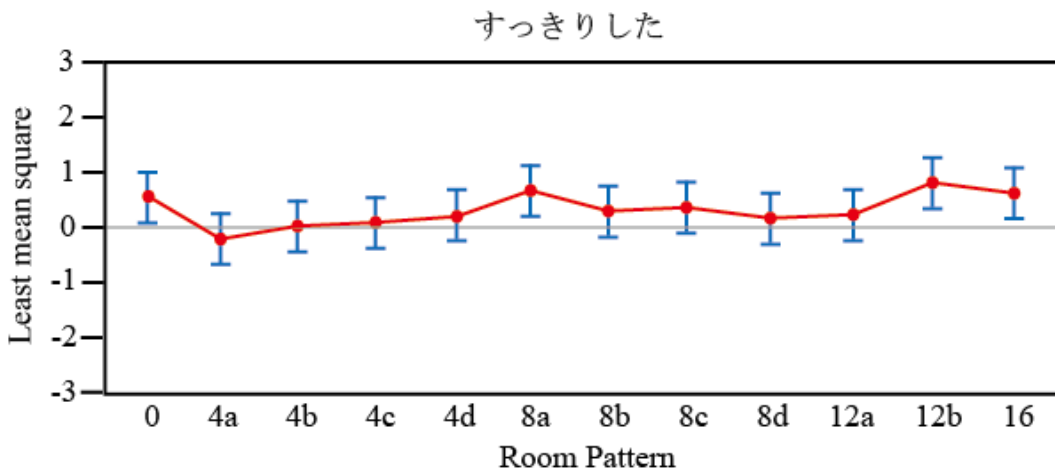


図 3-20 各環境条件下すっきり感の平均得点

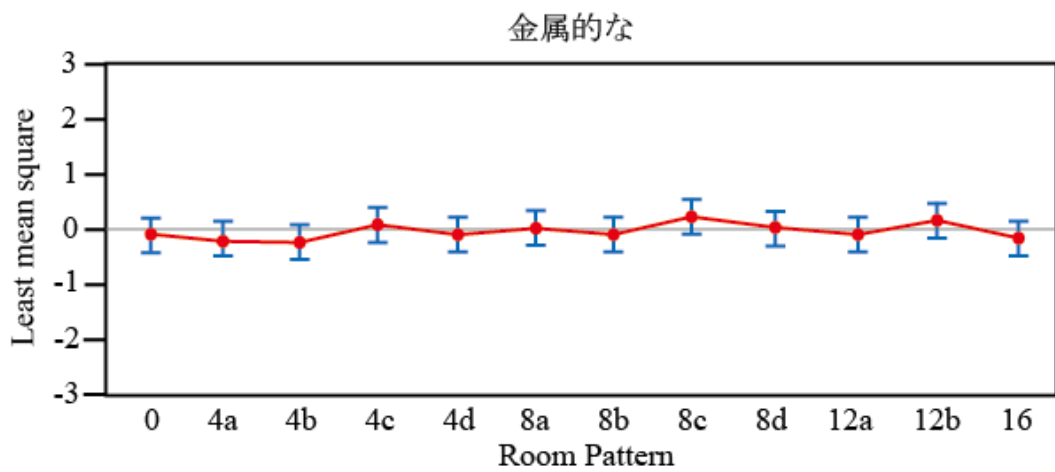


図 3-21 各環境条件下金属性の平均得点

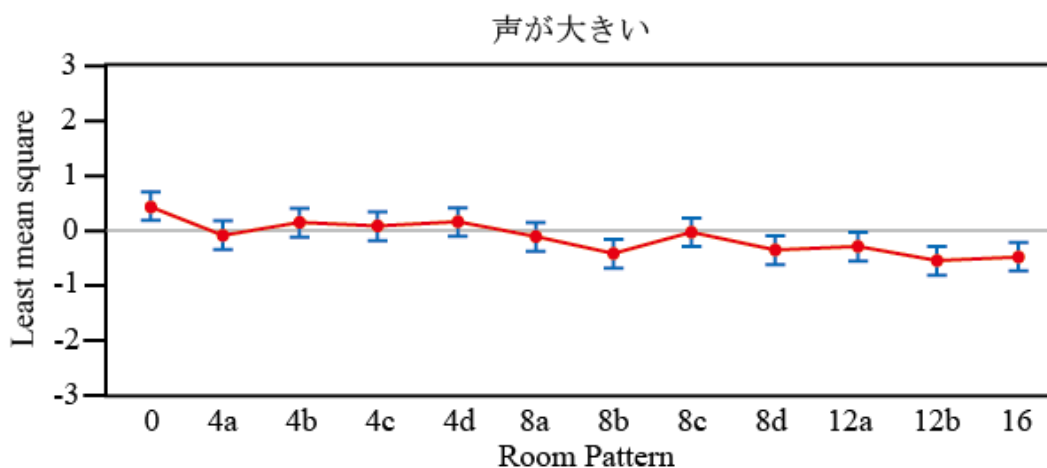


図 3-22 各環境条件下声の大きさの平均得点

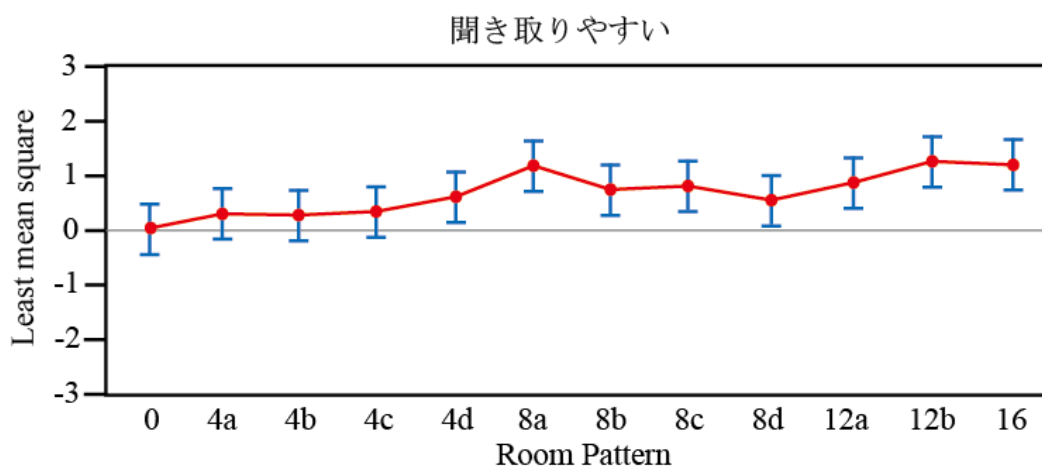


図 3-23 各環境条件下聞き取りやすさの平均得点

### 部屋の響き

部屋の響きの平均得点に関しては、吸音材の分量によって全体的に上昇傾向が見られた。4枚配置の場合、4種類の配置はほぼ同じ得点で、長辺配置の4bと直交配置の4dは四辺配置の4aと短辺配置の4cよりほんのわずかの高評価を得たが、その傾向8枚配置の場合明らかとなった。8枚の場合では、長辺配置の8bと直交配置の8aは短辺配置の8cと四辺配置の8dより高い評価を得、長方形部屋に対して、長辺配置は短辺配置より響かない傾向が聴感上で確認した。12枚配置の場合、四辺分散配置の12bは三辺集中配置の12aより高い評価を得、16枚の場合は12bとの変化があまりない結果となった。

表 3-6 に有意差が出た 26 のペアを示し、その中に、同じ分量で配置の違うペアがないことが分かった。

表 3-6 部屋の響きに関して有意差が出たペア

|     | 部屋のパターン |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|-----|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|     | 0       | 4a | 4b | 4c | 4d | 8a | 8b | 8c | 8d | 12a | 12b | 16 |
| 0   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4a  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4b  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4c  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4d  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8a  | ◎       | ○  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8b  | ◎       | ○  | ○  | ○  | ○  |    |    |    |    |     |     |    |
| 8c  | ○       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8d  | ◎       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12a | ◎       | ◎  | ○  | ○  | ○  |    |    |    |    |     |     |    |
| 12b | ◎       | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  |    |    | ○  |    |     |     |    |
| 16  | ◎       | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  |    |    | ○  |    |     |     |    |

○: p<0.05; ◎: p<0.01

表 3-7 声の大きさに関して有意差が出たペア

|     | 部屋のパターン |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|-----|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|     | 0       | 4a | 4b | 4c | 4d | 8a | 8b | 8c | 8d | 12a | 12b | 16 |
| 0   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4a  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4b  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4c  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4d  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8a  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8b  | ◎       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8c  |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8d  | ◎       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12a | ○       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12b | ◎       |    | ◎  | ○  | ◎  |    |    |    |    |     |     |    |
| 16  | ◎       |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |     |     |    |

○: p<0.05; ◎: p<0.01



### すっきり感

すっきり感の平均得点に関しては、全項目の得点は吸音材の増加による高まる傾向が少し示したが、大きい差が出なかった。多重比較した結果も、有意となったペアがない結果となった。

### 金属性

金属性の平均得点に関しては、全項目ほぼ同じレベルで、平坦な動きを示した。高音域で残響時間の長い短辺配置の4cと8cは、4枚配置と8枚配置の組の中で、ほんのわずかだが一番「金属的な」評価を出た。

### 声の大きさ

声の大きさの平均得点に関しては、吸音材の分量による下降傾向が現れ、部屋の響きと大体対応している。多重比較した結果、以下の10ペアが有意となり、吸音パネルの枚数差が4枚及び以下のペアがないことであった。

### 聞き取りやすさ

聞き取りやすさの平均得点に関しては、吸音材の増加とともにない、聞き取りやすくなった傾向が明らかになった。その中で、直交配置の8aが一番「聞き取りやすい」結果となって、多重比較で有意となったペアは、一番高い8aと一番低い0であった。

表 3-8 聞き取りやすさに関して有意差が出たペア

|     |   | 部屋のパターン |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|-----|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|     |   | 0       | 4a | 4b | 4c | 4d | 8a | 8b | 8c | 8d | 12a | 12b | 16 |
| 0   |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4a  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4b  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4c  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4d  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8a  | ○ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8b  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8c  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8d  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12a |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12b |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 16  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |

○: p<0.05; ◎: p<0.01

➤ 自分の声に対する評価

自分の声に対する評価について、環境条件と被験者を要因として分散分析を行った。結果は表 3-9 のように、各項目に被験者の主効果は常にあり、環境条件の主効果は「部屋が響かない」、「すっきりした」と「声が大きい」3 項目に認められた。また、この 3 項目について被験者と環境条件の交互作用も現れた。

表 3-9 「話す」に対する評価項目の分散分析の結果

| 評価語     | 要因       | 自由度 | 平方和      | F 値     | p 値      |
|---------|----------|-----|----------|---------|----------|
| 部屋が響かない | 環境条件     | 11  | 309.9896 | 24.5942 | <.0001** |
|         | 被験者      | 15  | 221.6562 | 12.8964 | <.0001** |
|         | 被験者×環境条件 | 165 | 274.5938 | 1.4524  | 0.0064** |
| すっきりした  | 環境条件     | 11  | 35.0625  | 3.6429  | 0.0001** |
|         | 被験者      | 15  | 273.5417 | 20.8413 | <.0001** |
|         | 被験者×環境条件 | 165 | 225.0208 | 1.5586  | 0.0015** |
| 金属的な    | 環境条件     | 11  | 5.9375   | 0.8709  | 0.5698   |
|         | 被験者      | 15  | 116.7917 | 12.5625 | <.0001** |
|         | 被験者×環境条件 | 165 | 123.8958 | 1.2115  | 0.0999   |
| 声が大きい   | 環境条件     | 11  | 44.5912  | 8.0655  | <.0001** |
|         | 被験者      | 15  | 60.0391  | 7.9637  | <.0001** |
|         | 被験者×環境条件 | 165 | 120.8672 | 1.4575  | 0.0060** |
| 話しやすい   | 環境条件     | 11  | 7.1458   | 0.5175  | 0.8901   |
|         | 被験者      | 15  | 237.0833 | 12.5920 | <.0001** |
|         | 被験者×環境条件 | 165 | 204.1042 | 0.9855  | 0.5372   |

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

次には、全環境条件において各評価項目の平均得点を図 3-24～図 3-28 に示し、更に多重比較をした結果、水準間有意差が出た項目を表 3-9 と表 3-10 に示す。

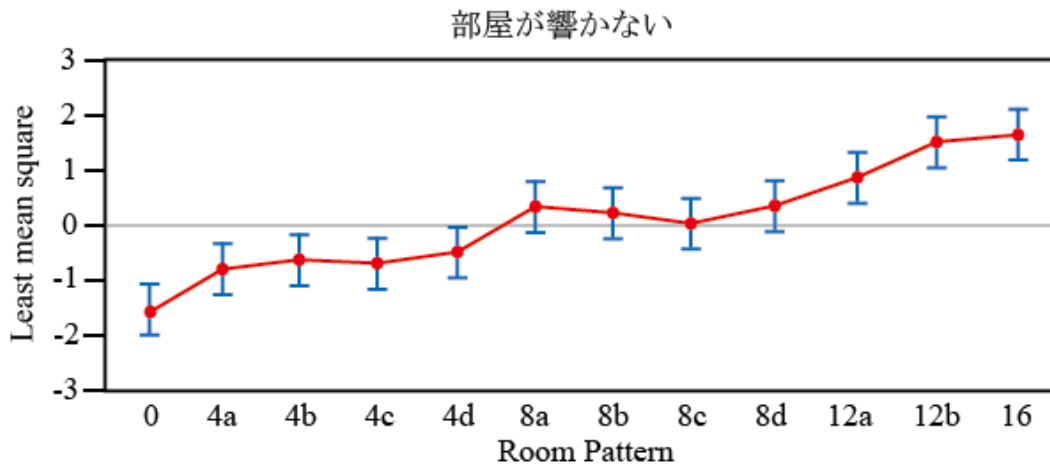


図 3-24 各環境条件下部屋の響きの平均得点

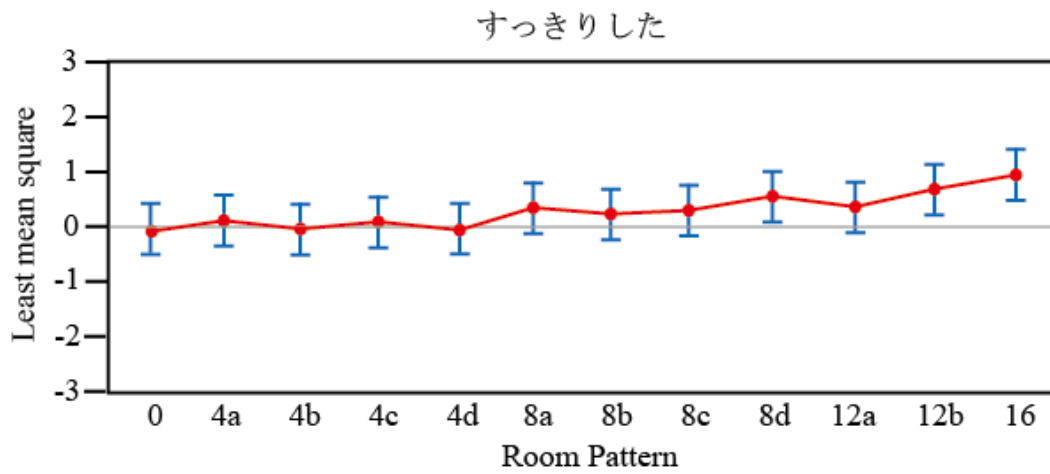


図 3-25 各環境条件下すっきり感の平均得点

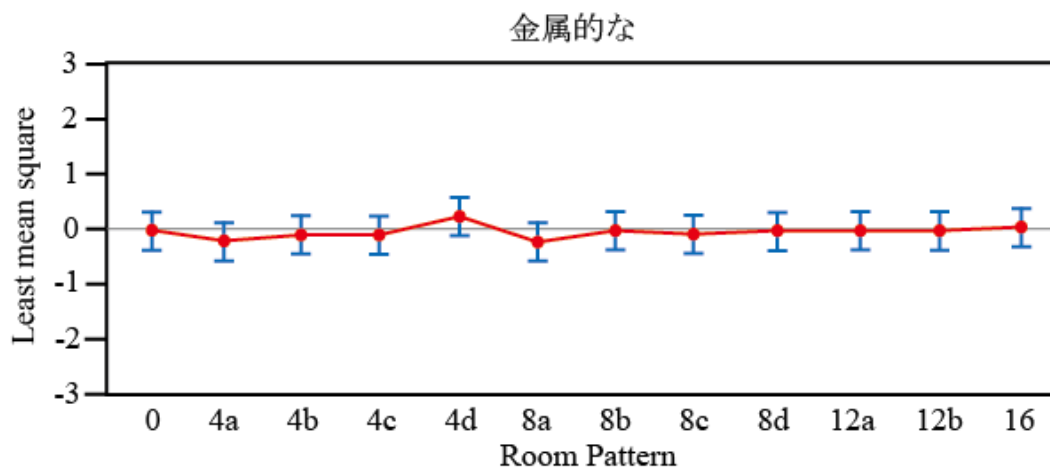


図 3-26 各環境条件下金属性の平均得点

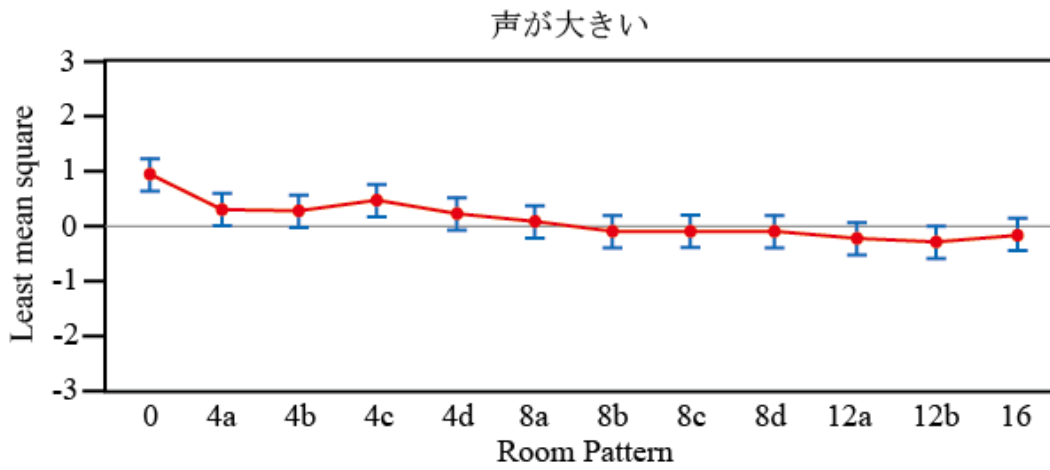


図 3-27 各環境条件下声の大きさの平均得点

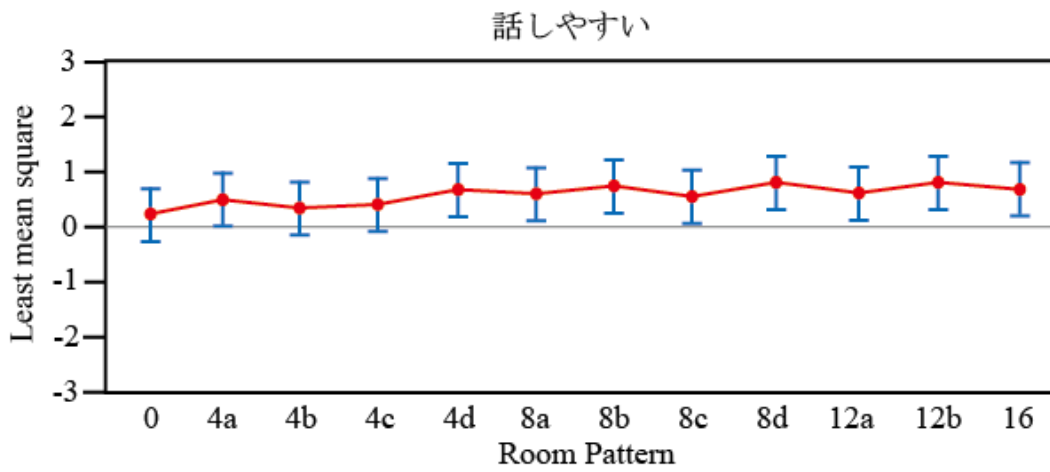


図 3-28 各環境条件下聞き取りやすさの平均得点

## 部屋の響き

部屋の響きの平均得点に関しては、「聴く」時と比べて吸音材の分量による上昇傾向がより明確であり、聴く時より部屋の響きを感じやすいことを確認した。4枚配置と8枚配置の場合、配置間の差異が小さいが、直交配置の4dと8aは同じ分量の組で高い評価を得ることが分かった。また、12枚の場合、聴く時と類似的な結果を得たが、前に差が出なかった12bと16については、話す時も少し差が出た。

表3-10に有意差が出た26のペアを示し、その中に、同じ分量で配置の違うペアがないことが分かった。

## すっきり感

すっきり感の平均得点に関しては、聴く時より明確な上昇傾向を示した。すっきり感に対しても話す時のほうが認識されやすいことを検証した。また、多重比較した結果、有意となったペアがなかった。

## 金属性

金属性の平均得点に関しては、聴く時と同じ、平坦な傾向を示し、環境条件による影響が見られなかった。

## 声の大きさ

声の大きさの平均得点に関しては、聴く時と類似的な結果で、吸音材の分量による下降傾向を示した。多重比較で8ペアが有意となり、吸音パネルの枚数差が4枚及び以下のペアがなかった。

## 話しやすさ

話しやすさの平均得点に関しては、聞き取りやすさと違い、平坦な動きを示し、環境条件の主効果が認められなかった。自分が話している時には、部屋の響きやすっきりしたかこもったかに関して聴く時より敏感だけと、話しやすさに対する影響はそれなりにはないことが明らかにした。

表 3-10 部屋の響きに関して有意差が出たペア

|     |   | 部屋のパターン |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|-----|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|     |   | 0       | 4a | 4b | 4c | 4d | 8a | 8b | 8c | 8d | 12a | 12b | 16 |
| 0   |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4a  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4b  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4c  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4d  | ○ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8a  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8b  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8c  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8d  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12a | ◎ | ◎       | ◎  | ◎  | ◎  | ○  |    |    |    |    |     |     |    |
| 12b | ◎ | ◎       | ◎  | ◎  | ◎  |    | ○  | ◎  |    |    |     |     |    |
| 16  | ◎ | ◎       | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  | ◎  | ○  |    |     |     |    |

○: p<0.05; ◎: p<0.01

表 3-11 声の大きさに関して有意差が出たペア

|     |   | 部屋のパターン |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
|-----|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|     |   | 0       | 4a | 4b | 4c | 4d | 8a | 8b | 8c | 8d | 12a | 12b | 16 |
| 0   |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4a  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4b  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4c  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 4d  |   |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8a  | ○ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8b  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8c  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 8d  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12a | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 12b | ◎ |         |    |    | ○  |    |    |    |    |    |     |     |    |
| 16  | ◎ |         |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |

○: p<0.05; ◎: p<0.01

## ➤ 主成分分析

### 評価項目間の関連性

心理指標と物理指標の相関係数は表 3-12 に示す。主成分分析のため、心理指標は全被験者の平均値を求めた上で、相関係数を算出した。平均値により被験者個人のばらつきがなくなったため、前の結果（表 3-4）より高い相関を示した。

物理指標について、T30(M)は中音域の残響時間で、%T30(L/M)は中音域の残響時間に対して低音域の残響時間の割合であり、%T30(H/M)は中音域の残響時間に対して高音域の残響時間の割合である。吸音材の増加により、全周波数帯の残響時間が下降傾向を示し、低音域と高音域の残響時間は中音域のと相関が高いため、T30(M)を残響時間の代表にした。そして、%T30(L/M)と%T30(H/M)は低/高音域が中音域に対しての変動が見られ、音色と関わる指標なので、この2つを設けた。また、EDT(M)に基づいて、%EDT(L/M)と%EDT(H/M)も同様の理由で算出した。

### 負荷量プロット

図 3-29 に心理量と物理量の負荷プロットを示し、心理量は $\ominus$ で表し、物理量は+で表す。指標のマークが近いほどお互いの間の相関が高いことで、「聴く」と「話す」は大体同じ傾向を示した。

横軸の成分1は、残響時間の長さに関わる成分で、左は残響時間が長い、右は残響時間が短いである。残響時間（T30、EDT）が長いほど、声を大きく感じられ、部屋の響きがないほど、明瞭度（STI、D50）が高くなり、聞き取りやすく/話しやすくなる傾向を示した。

縦軸の第2成分は、音色に関わる成分で、「金属性」と解釈できる。初期残響時間/残響時間の高音域が全帯域で目立つほど声の金属性が強く感じられる傾向を示した。また、%EDT(L/M)は2つの成分とも相関があり、「聴く」場合は、すっきり感も2軸の中間地帯にある。

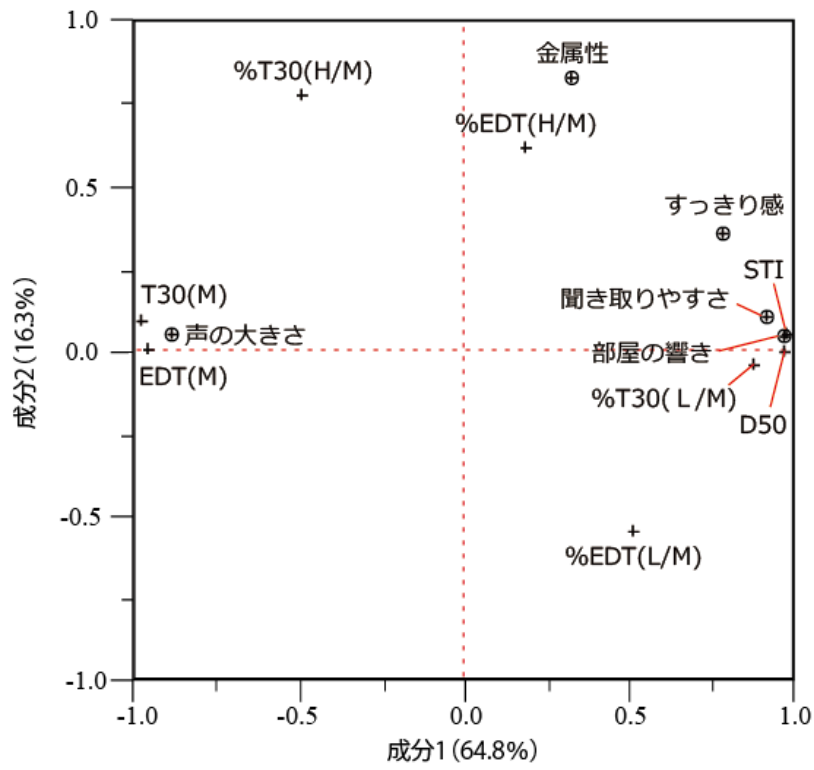
### 主成分スコアプロット

図 3-30 に主成分のスコアプロットを示した。負荷量プロットの2軸と同じ、横軸は部屋の響きに関する成分で、縦軸は金属性に関する成分である。「聴く」と「話す」とも、縦軸に0~16の部屋が左から右まで並んで、吸音材が4枚及び以下の場合部屋が響いて、軸の左に分布している；吸音材が8枚及び以上の場合、部屋の響きが短くなり、軸の右に分布している。縦軸の金属性に関しては、聴く時のほうが短辺配置（4c、8c）の部屋の声のキンキンしたことを感じやすく、特に8cは2つの図の中で、縦軸の上半部分の目立つところにあり、かなり金属性が強いことが分かった。

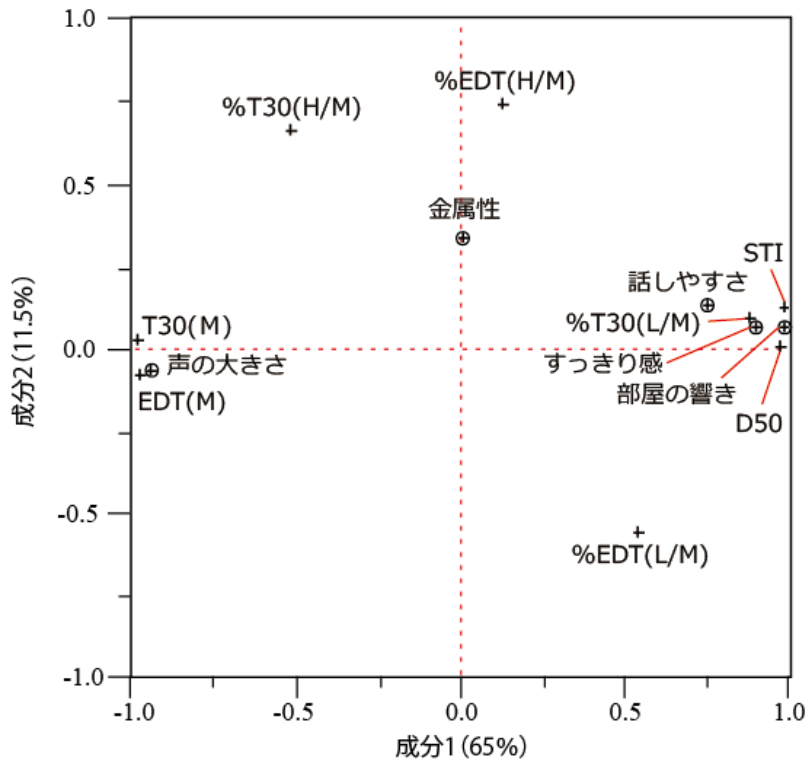
表 3-12 全項目の相関係数

|                | 聴く1   | 聴く2   | 聴く3   | 聴く4   | 聴く5   | 話す1   | 話す2   | 話す3   | 話す4   | 話す5   | 物理1   | 物理2   | 物理3   | 物理4   | 物理5   | 物理6   | 物理7  | 物理8 |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| 聴く1: 響く        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 聴く2: すっきり      | 0.80  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 聴く3: 金属性       | 0.33  | 0.56  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 聴く4: 声の大きさ     | -0.93 | -0.57 | -0.20 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 聞き取り           | 0.88  | 0.89  | 0.44  | -0.73 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 話す1: 響く        | 0.99  | 0.76  | 0.30  | -0.91 | 0.89  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 話す2: すっきり      | 0.92  | 0.70  | 0.34  | -0.86 | 0.76  | 0.91  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 話す3: 金属性       | -0.07 | 0.00  | 0.03  | 0.14  | -0.03 | 0.01  | -0.13 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 話す4: 声の大きさ     | -0.91 | -0.63 | -0.35 | 0.90  | -0.84 | -0.93 | -0.80 | 0.05  |       |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 話す5: 話しやすさ     | 0.72  | 0.53  | 0.40  | -0.78 | 0.70  | 0.72  | 0.63  | 0.27  | -0.80 |       |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 物理1: T30(M)    | -0.95 | -0.66 | -0.26 | 0.91  | -0.86 | -0.97 | -0.86 | 0.09  | 0.96  | -0.72 |       |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 物理2: %T30(L/M) | 0.90  | 0.61  | 0.16  | -0.86 | 0.71  | 0.92  | 0.77  | 0.04  | -0.85 | 0.58  | -0.89 |       |       |       |       |       |      |     |       |
| 物理3: %T30(H/M) | -0.46 | -0.23 | 0.47  | 0.44  | -0.45 | -0.50 | -0.41 | -0.07 | 0.36  | -0.32 | 0.49  | -0.44 |       |       |       |       |      |     |       |
| 物理4: EDT(M)    | -0.92 | -0.66 | -0.32 | 0.86  | -0.85 | -0.94 | -0.86 | -0.02 | 0.96  | -0.75 | 0.97  | -0.82 | 0.41  |       |       |       |      |     |       |
| 物理5: %EDT(L/M) | 0.42  | 0.29  | -0.21 | -0.25 | 0.44  | 0.45  | 0.45  | -0.03 | -0.38 | 0.20  | -0.50 | 0.29  | -0.68 | -0.52 |       |       |      |     |       |
| 物理6: %EDT(H/M) | 0.21  | 0.39  | 0.35  | -0.05 | 0.16  | 0.18  | 0.23  | 0.22  | -0.03 | -0.05 | -0.07 | 0.11  | 0.28  | -0.17 | -0.05 |       |      |     |       |
| 物理7: D50       | 0.92  | 0.72  | 0.35  | -0.80 | 0.87  | 0.95  | 0.89  | -0.04 | -0.91 | 0.66  | -0.96 | 0.80  | -0.45 | -0.97 | 0.63  | 0.21  |      |     |       |
| 物理8: STI       | 0.95  | 0.69  | 0.34  | -0.89 | 0.85  | 0.97  | 0.90  | 0.01  | -0.94 | 0.72  | -0.98 | 0.87  | -0.40 | -0.99 | 0.46  | 0.22  | 0.97 |     |       |
|                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.8以上 |       | 0.7以上 |      |     | 0.5以上 |



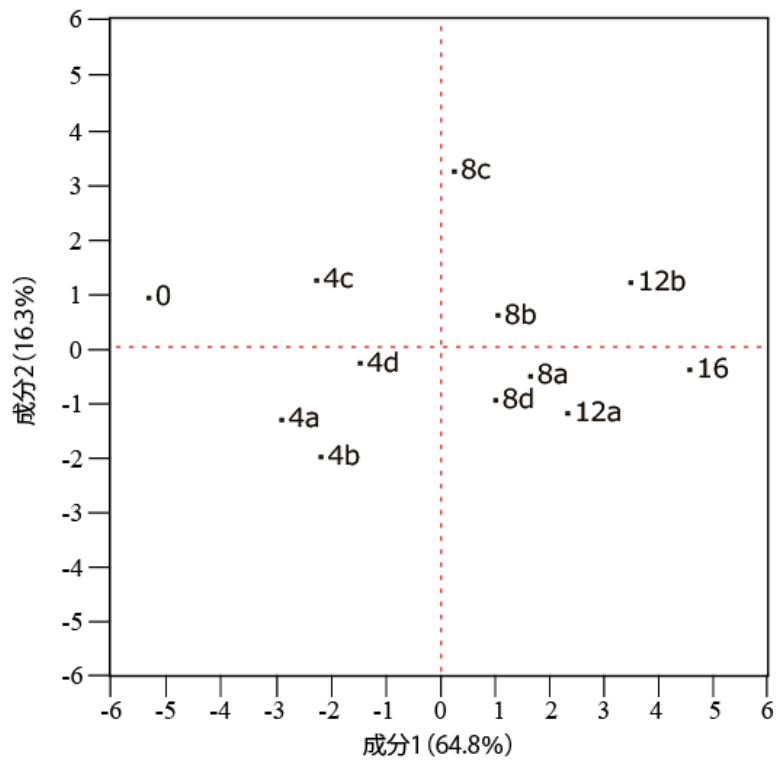


(a) 聴く

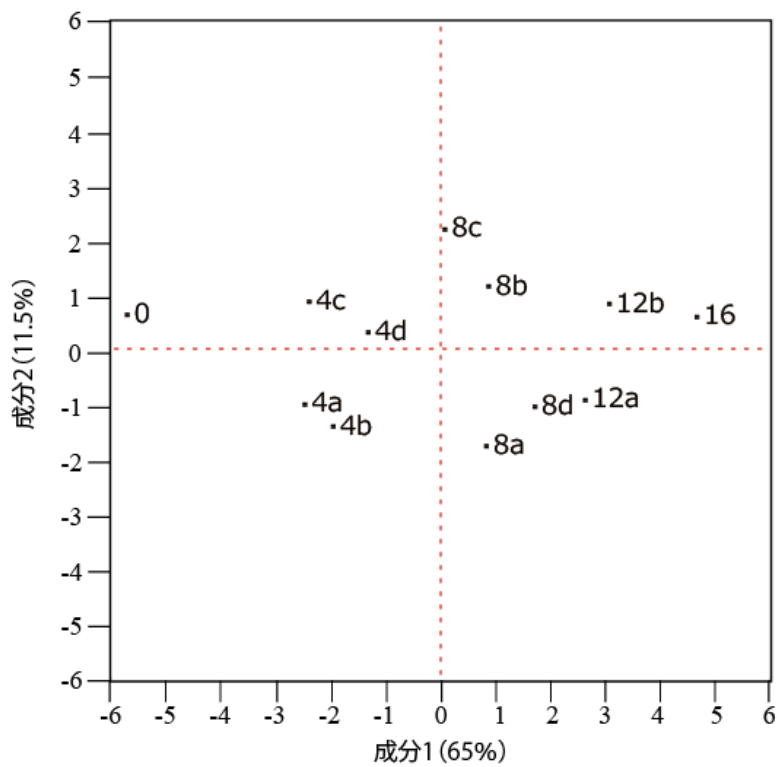


(b) 話す

図 3-29 負荷量プロット



(a)聴く



(b)話す

図 3-30 主成分スコアプロット

### 3. 4 まとめ

本章は物理測定と心理実験を通じて、吸音対策が「聴取」と「発話」の時に音の印象変化及び「聞き取りやすさ」と「話しやすさ」に対する影響を調べ、また影響の要因を検討した。

3.2 節ではインパルス応答測定を通じてゼミ室の音響特性を調査した。また、吸音材の分量と配置が及ぼす室内音響指標上の効果を検証した。次の節では、本節で室内音響特性が明らかとなったゼミ室において音声評価実験を実施する。

3.3 節では、主観評価実験を通じて、吸音による「聴取」と「発話」に対しての影響を調べた。その結果、「発話」する時は「聴取」する時より部屋の響きやすさ感の変化を察知しやすいが、吸音が「話しやすさ」への影響はあまりなかった。佐藤、森本ら(2010)の研究によって、「発話」の時では、部屋の響きが「聴取」より感じやすい、残響が「話しやすさ」への影響も「聴取」より大きい結果であった。今度の実験では「話しやすさ」への影響が見られない原因は、既往研究は残響だけを要因として「話しやすさ」の影響を検討したが(無響室で残響の量だけ変えて発話させ、評価実験を行った)、本研究は実音場で行った実験で、吸音配置による音色も変わり、つまり残響以外、音色も要因として2軸で検討したもので、両者合わせて総合的な評価で「話しやすさ」の差が出にくいだらうと考えられる。

また、部屋の響きに関して、吸音材の分量による変化が明確に認識され、配置的には、同じ分量で短辺配置がより響く、直交配置がより響かない傾向を示した。

最後、主成分分析を通じて、吸音対策が心理上及び物理上への影響を検討し、心理量と物理量の対応関係が明らかになった。主成分スコアプロットで各部屋パターンの違いが座標軸の位置で明確に示し、前の結論を検証した。



## 第4章

# 総括

### 4.1 全体のまとめ

本研究は、会議室における物理測定といくつかの心理実験を行うことで、吸音対策が会話コミュニケーションの印象にどんな影響を与え、また「聴取」と「発話」に対してどんな影響を及ぼし、どちらがその影響を受けやすいかを検討するために行われた。本研究で得られた知見を総括する。

第1章では、本研究の背景を概観し、会議室の現状と問題点を述べた。そして会議のカテゴリライズと枠組みを提示し、既往研究を調べた上で、本研究の位置づけを行い、研究目的を明確した。また、論文の構成について示した。

第2章では、物理測定と心理実験を通じて吸音対策と会話コミュニケーションの印象の関係性を検討した。その結果、物理測定では、吸音材の直交・分散の配置が明瞭度の向上に効果が大きいと示された。

模擬会議実験では、音環境による影響は室内の全体的な印象、室内の音の印象、話声の印象そして会話コミュニケーションの印象に全般的に現れ、話声の明瞭度が大きく変わらないものの（STIの差 $\leq 0.05$ ）、会話の印象や雰囲気など明らかに変わったことが確認された。

残響比較実験の前半では、響きや音色の変化に対して模擬会議実験より明確に認識された。後半では、吸音材の配置による影響が大きくないが、直交・分散配置のほうが響かない傾向を示された。

第3章では、物理測定と心理実験を通じて、吸音対策が「聴取」と「発話」の時に音

の印象変化及び「聞き取りやすさ」と「話しやすさ」に対する影響を調べた。

物理測定では、長方形の部屋において吸音材が短辺配置の場合、残響時間は高音域での抑制効果が顕著に損なわれることが認められた。

音声評価実験では、吸音対策による影響は、部屋の響きとすっきり感の変化には発話の時察知しやすいものの、「話しやすさ」に対する影響はほとんどなし、「聞き取りやすさ」に対する影響が確認された。また、吸音材の配置に関して、同じ分量で短辺配置がより響く、直交配置がより響かない傾向を聴感上でも検証した。なお、主成分分析で、心理量と物理量の対応関係が明確になり、声の大きさと残響時間の相関が高い、聞き取りやすさ/話しやすさと「部屋が響かない」及び明瞭度の相関が高い。金属性は高い周波数の残響時間と対応し、すっきり感は音色と響き両方が関わっていることが分かった。最後の各パターンの部屋の位置づけも前の結論を証明した。

また、全般的に見ると、本研究は会議室の吸音対策が物理面と心理面に対する影響を調査し、吸音と会話コミュニケーションの関係性を検討した。

吸音対策が物理面に対する影響について、各周波数帯域で吸音率の違う吸音材は部屋の低中高音域の残響時間の割合に影響し、つまり部屋の響きの音色に影響を及ぼす；吸音パネルの枚数によって吸音面積が変わり、吸音力の違いが部屋の残響時間の長さ、明瞭度に影響を及ぼす；吸音材の配置によって直接音と反射音の比率が変わり、ST に影響があり、また、不適當の配置がフラッターエコーなどの原因にもなれ、部屋の音の聴感に影響する。

吸音対策が心理面に対する影響について、まず会話コミュニケーションの印象への影響は全般的に認め、話声の明瞭度が大きく変化しないうちに、長居感やテンポの変化など会話コミュニケーションの雰囲気が変わることが確認された。また、分別の調査により、吸音が話しやすさへの影響はあまり見られないものの、聞き取りやすさへの影響が現れ、聴く時は吸音による響きの変化などに対して話す時より感じにくい、やはり話声の聴取に対して吸音の影響のほうが大きいと言える。

第2章と第3章の結果を一緒に見ると、すっきり感に関しては、残響比較実験では吸音材の種類により有意差が出ており、同じ吸音材の分量と配置により差が出なかった。後半の音声評価実験でも、全部同じ吸音材を使用し、多重比較で水準間の差が出ておらず、すっきり感が吸音率の周波数特性と関係があると考えられるだろう。

また、前半の実験は小会議室で行い、後半の実験は中型の会議室で行い、前半の結果により、もし後半の実験では違う周波数特性の吸音パネルを使ったら、すっきり感に対しての影響が現れるかもしれない、結果が変わる可能性もあると推測している。

金属性に関しては、模擬会議実験と残響比較実験は金属性の有意差が出て、音声評価実験では差が出なかった。それについて考えられる原因は、模擬会議実験では使った吸

音パネルがそもそも吸音率が違い、つまり違った周波数特性を持つもので、金属性の差が出やすいと想定している。残響比較実験では、前半は模擬会議実験と同じ吸音パネルを使用し、後半は音声評価実験と同じ1種類の吸音パネルの違った配置で実験を行ったが、両者の区別は音源である。残響比較実験では被験者たちに手を叩いたり声を出したりさせて、音声評価実験ではCDの音声を聴かせ、そして声を出せ、それについて評価させてもらった。手を叩く方法がいろいろで、両手の掌を合わせて低周波音を出したり、指先で掌の下の部分を叩いて高周波音を出したりとか、統一した音声より金属性の差が分かりやすいだろうと考えている。

最後の主成分分析では、金属性に関する第2主成分の軸が抽出され、成分の寄与率がやや少ないが、既往研究の残響の量だけで会話しやすさを評価することと比べ、本研究は音色の成分も含めて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。

## 4.2 今後の課題

本研究の実験はすべて暗騒音の影響を検討していないもので、実際の会議室では、空調やプロジェクターなどの設備の騒音がたくさん存在し、音環境の無視してはいけない部分である。今後は暗騒音も含めて吸音対策の影響を検討したほうが実際の状況に近いと考えている。

また、今度の実験は全部短時間の実験で(模擬会議実験ではディスカッション10分、残響比較実験では音環境を1分間ずつ体感、音声評価実験では20秒音を聞くと10秒くらいの自己紹介)、コミュニケーションの印象に対して疲労感や覚醒程度について感じにくいと考えられる。なお、人は環境に対して慣れの問題もあり、長時間の印象と短時間の印象は必ずしも一致とはいえないので、今後の課題としては、長時間の実験、1週間あるいは1ヶ月以上など、それにより印象の変化についてまた調べる必要があると考えている。





## 付録 A

### 模擬会議実験に関する資料

- 教示文
- 会話テーマシート
- アンケート

皆さんは4人1組で指定の部屋に入ります。

机に置いておる話題について、全員で自由に10分間のディスカッションをして頂きます。

テーマの例：救急車を有料化すべきですか。

**本日は会議室の印象について調査を行います。**

10分間の終了前に、1つの答え（「はい」あるいは「いいえ」）を導いて、回答用紙に記入してください。

例：救急車を有料化すべき前半の実験の説明 はい いいえ

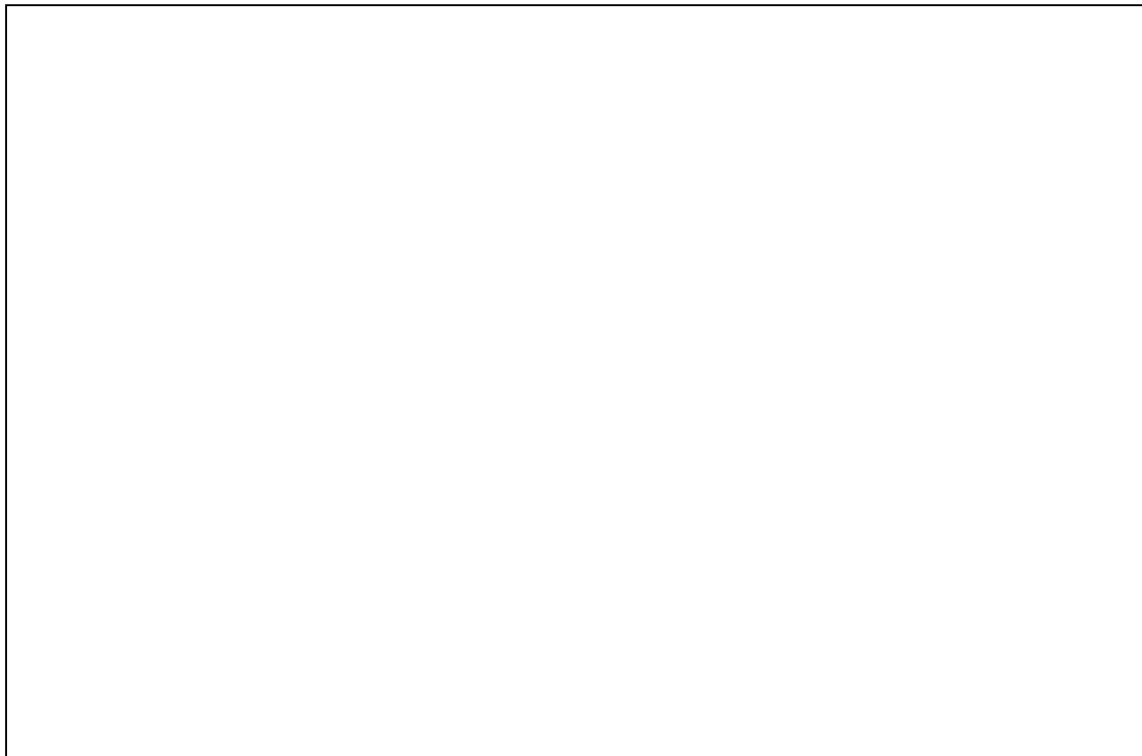
13：10～14：50 オープンディスカッション実験

10分間の終了後、14：50～15：00 後半の実験の説明

15：00～16：00 聞き比べ実験

退室して、別室で10分間の休憩をとります。

手順は次のように行います：



書いて頂いたアンケートの回答を研究の目的以外の使用は一切ありません。

この実験に関して何か分からない点やご不明な点等ございましたら、ご遠慮なくお尋ねください。

本日は、どうぞよろしくお願ひ致します。

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

救急車を有料化すべきですか。

結論：

はい

いいえ

---

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

原子力発電所を廃止すべきですか。

結論：

はい

いいえ

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

スーパーのレジ袋を有料化すべきですか。

結論：

はい

いいえ

---

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

夫婦別姓は是か非か。

結論：

是

非

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

年功序列は是か非か。

結論：

是

非

座席番号

個人番号

ディスカッションのテーマ：

早期英語教育を廃止すべきですか。

結論：

はい

いいえ

座席番号

個人番号

お疲れ様でした。

次にアンケートをお答えください。

以下に示すそれぞれの印象を7段階にし、最も適当な箇所に○を付けてください。その際、あまり深く考えずにお答えください。

<記入例> 「かなり音が小さい」と感じた場合

|  |   |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|
|  | ○ |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|

Q1 室内の全体的な印象についてお答えください。

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

Q2 室内の音の印象についてお答えください。

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

Q3 話声の印象についてお答えください。

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Q4 コミュニケーションの印象についてお答えください。

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

ご協力、ありがとうございました。





## 付録 B

### 残響比較実験に関する資料

- アンケート

個人番号

Q 前回の部屋に比べて、今回の部屋の響きについて評価してください。

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

ご協力、ありがとうございました。

個人番号

Q 前回の部屋に比べて、今回の部屋の響きについて評価してください。

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

| 前回の部屋 ( ) |       | かなり | 少し | 同じ | 少し | かなり |         |
|-----------|-------|-----|----|----|----|-----|---------|
| に比べて、     | 部屋が響く |     |    |    |    |     | 部屋が響かない |
| 今回の部屋 ( ) | こもった  |     |    |    |    |     | すっきりした  |
| のほうが：     | まろやかな |     |    |    |    |     | 金属的な    |

ご協力、ありがとうございました。



## 付録 C

### 音声評価実験に関する資料

- 教示文
- アンケート

1. 手元のアイマスクをかけます。
2. アナウンサーの CD を 20 秒聞きます。
3. 20 秒終了後、~~本日は会議室の音の印象について調査を行います。~~して、アンケートをお答え頂きます。

19:00~19:10 実験の説明

4. 回答終了後、スタッフが段ボールを撤去して、またアイマスクをかけ、順番で名前と出身と所属を含めて自己紹介をします。  
 19:10~20:00 音声評価実験 (前半)  
 20:00~20:10 休憩  
 20:10~21:00 音声評価実験 (後半)  
 例:「私は xx と申します。出身は xx。今は xx 研究室の xx 課程の学生です。」

手順は次のように行います:

5. その後、スタッフが段ボールを机に置いて、自分の声についてアンケートで評価します。
6. アイマスクをかけて、持参した音楽をイヤホンにより自由な音量で聴いて 2 分間くらい休憩します。

以上 1~6 の流れは 1 セットで、繰り返してやります。

書いて頂いたアンケートの回答を研究の目的以外の使用は一切ありません。

この実験に関して何か分からない点やご不明な点等ございましたら、ご遠慮なくお尋ねください。

本日は、どうぞよろしくお願ひ致します。

音が小さい 非常に かなり 少し どちらとも いえない 少し かなり 非常に 音が大きい

お疲れ様でした。

日付 \_\_\_\_\_

次にアンケートをお答えください。

名前 \_\_\_\_\_

以下に示すそれぞれの印象を7段階にし、最も適当な箇所に○を付けてください。その際、あまり深く考えずにお答えください。

<記入例> 「かなり音が小さい」と感じた場合

|  |   |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|
|  | ○ |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|

Q1-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|           | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |           |
|-----------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|-----------|
| 部屋が響く     |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない   |
| こもった      |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした    |
| まろやかな     |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な      |
| 音が小さい     |     |     |    |               |    |     |     | 音が大きい     |
| 声が聞き取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き取りやすい |

Q1-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 音が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 音が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

※アンケートは裏面にもあります。

Q2-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q2-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q3-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q3-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |



Q4-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q4-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q5-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q5-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q6-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q6-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q7-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q7-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q8-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q8-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q9-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q9-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q10-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q10-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q11-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q11-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q12-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q12-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q13-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q13-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

お疲れ様でした。休憩の後、後半もお願いします。

Q14-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q14-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q15-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q15-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q16-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q16-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q17-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q17-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q18-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q18-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q19-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q19-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |



Q20-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q20-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q21-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q21-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q22-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q22-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q23-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q23-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q24-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q24-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q25-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q25-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

Q26-1 聞こえた音の印象について答えて下さい。

|               | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |               |
|---------------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------------|
| 部屋が響く         |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない       |
| こもった          |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした        |
| まろやかな         |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な          |
| 声が小さい         |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい         |
| 声が聞き<br>取りにくい |     |     |    |               |    |     |     | 声が聞き<br>取りやすい |

Q26-2 自分の声の印象について答えて下さい。

|       | 非常に | かなり | 少し | どちらとも<br>いえない | 少し | かなり | 非常に |         |
|-------|-----|-----|----|---------------|----|-----|-----|---------|
| 部屋が響く |     |     |    |               |    |     |     | 部屋が響かない |
| こもった  |     |     |    |               |    |     |     | すっきりした  |
| まろやかな |     |     |    |               |    |     |     | 金属的な    |
| 声が小さい |     |     |    |               |    |     |     | 声が大きい   |
| 話しにくい |     |     |    |               |    |     |     | 話しやすい   |

ご協力ありがとうございました。

## 参考文献

- AIJES-S0002-2011 日本建築学会環境基準：都市・建築空間における音声伝送性能評価基準・同解説
- ISO 3382-1 Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 1: Performance spaces, 2009.
- 安部幸治, 小澤賢司, 鈴木陽一, 曾根敏夫：音色表現語、感情表現語及び音情報関連語による環境音評価, 日本音響学会誌 54 巻 5 号, pp343-350, 1998.
- 上田和夫: 音色の表現語に階層構造は存在するか, 日本音響学会誌 44 巻 2 号, pp102-107, 1988.
- 川井敬二, 小島隆矢, 平手小太郎, 安岡正人：環境音の印象評価構造に関する研究—被験者自身の言葉に基づいた評価構造の抽出—, 日本音響学会誌 60 巻 5 号, pp249-257, 2004.
- 黒川光流：初対面時の会話において部屋の環境が発話および印象に及ぼす影響, 富山大学人文学部紀要 43, pp23-34, 2005.
- 小林彩, 橋本修, 井上勝夫：講演時における話者の「話しにくさ」に寄与する要因, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp309-310, 2007.
- 佐藤逸人, 森本政之, 小吹佳織：住宅の居室における残響音が会話に与える影響, 日本音響学会誌 66 巻 11 号, pp541-551, 2010.
- 佐藤逸人, 森本政之, 佐藤洋：「聴き取りにくさ」による音声伝達性能の評価, 日本音響学会誌 63 巻 5 号, pp275-280, 2007.
- 佐藤洋, 吉野博, 長友宗重：残響・騒音付加音場における高齢者と若年者の明瞭度・了解度の比較, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp21-22, 2001.
- 高橋信：統計学「回帰分析編」, オーム社, 2000.
- 高橋信：統計学「因子分析編」, オーム社, 2000.
- 田久浩志, 林俊克, 小島隆矢：JMP による統計解析入門, オーム社, 2006.

- 永井優花, 佐久間哲哉: 会話コミュニケーションと音・視環境との関係性に関する研究  
ーパーティションが対話しやすさに及ぼす影響ー, 日本建築学会大会学術講演  
梗概集, pp39-40, 2009.
- 中島立視: 音声の明瞭度指標 (STI) の測定, 日本音響学会誌 49 巻 2 号, pp103-110,  
1993.
- 西宮元: 散乱音々場における「話しやすさ」について, 日本音響学会誌 26 巻 12 号,  
pp572-580, 1970.
- 日本建築学会編: 建築と環境のサウンドライブラリ, 技報堂出版, 2004.
- 萩野矢和弥, 木村翔, 橋本修, 内田匡哉, 山下恵太郎: 室内音響物理指標値による明瞭  
度評価の「聞き取りやすさ」についての心理尺度構成からみた有効性の検討,  
日本建築学会大会学術講演梗概集, pp87-88, 1995.
- 浜貴宏, 降旗建治, 柳沢武三郎: 室内空間音声伝達特性と聞きづらさの主観的評価との  
対応, 信学技報 EA97-49, pp35-42, 1997.
- 福永佳織, 森本政之, 佐藤逸人, 小島由紀夫: 住宅における残響が会話のしにくさに与  
える影響ー聴き手に着目した場合ー, 日本建築学会近畿支部研究報告集,  
pp53-56, 2005.
- 堀内達朗, 桐山直己, 星和磨, 羽入敏樹, 長谷川恵美, 中谷純, 渡辺大助: 吸音による  
住空間の音環境快適化ーその 1 実物大室模型を用いた聴感実験ー, 日本建築  
学会大会学術講演梗概集, pp321-322, 2010.
- 前川純一, 森本政之, 阪上公博: 建築・環境音響学 (第 2 版), 共立出版株式会社, 2000.
- 三上雄一郎, 佐久間哲哉: 初対面時における室内音環境と会話コミュニケーションとの  
関係性についてーBGM の効果に関する実験的検討ー, 日本建築学会大会学術  
講演梗概集, pp 349-350, 2010.
- 八幡紕芦史: ミーティング・マネジメントー効果的会議の効率的実践, 生産性出版, 1998.

室内音響指標分析システム - 日東紡音響エンジニアリング株式会社,

<http://www.noe.co.jp/product/pdt4/ot/ot03.html>

ディベート・ディスカッション・討論用のネタ集,

[http://www.geocities.jp/break\\_housei/debate.html](http://www.geocities.jp/break_housei/debate.html)

ファシリテーションで会議を変える〜会議の目的に応じてアプローチを変えよう,

<http://enterprisezine.jp/iti/detail/104>

# 謝辞

本論文は、筆者が東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻の修士課程において、同専攻准教授 佐久間哲哉先生のご指導のもとに行った研究をまとめたものです。佐久間先生には、本研究のテーマ設定から論文の作成に至るまで懇切丁寧なご指導を賜りました。私が研究生の時から3年間で大変熱心なご指導及び的確なご助言に心から感謝致します。

同専攻教授 鬼頭秀一先生には、副指導を担当して頂き、新しい視点から貴重なご意見を賜り、丁寧なご指導を頂きました。

コマニー株式会社 田渕晴夫氏、高橋未樹子氏には、実験の時大変お世話になりました。吸音材の調達や被験者の集めなど、協力して頂きありがとうございました。

佐久間研究室の先輩である土屋裕造さん、李孝振さん、江田和司さん、井上尚久さん、石川聡史さん、安達光平さん、杉原慎一郎さん、村田義明さん、三上雄一郎さん、芥川俊輔さん、楠井尚貴さん、中島和博さん、後輩である清家剛君、竹下圭悟君、吉高弘俊君、櫻田真章君、上田脩太郎君、澤幡麻佑子さん、西村裕喜子さん、深浦将太君には、研究生生活における多くのご助言を頂き、研究の励みになりました。また、実験の協力に手伝って頂き心から感謝いたします。

本学国際センター柏オフィスの先生の方々には、日本語のご指導や生活上のご支援を頂きました。また、同じ留学生の立場として、常にエネルギーを与えてくれた留学生の友人の方々には、非常に有益な留学生活を送られてありがとうございました。

最後に、これまで私を支えて下さった両親、友人に深く感謝いたします。

2013年7月26日

郭 静

