

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20612

研究課題名（和文）ボーダレスな音環境デザインの実現に向けた音の大きさ評価における男女差の要因解明

研究課題名（英文）Clarification of Factors Contributing to Gender Differences in Perceived Loudness for the Borderless Design of Sound Environments

研究代表者

鶴田 真理子 (Tsuruta, Mariko)

宇都宮大学・工学部・助教

研究者番号：80748202

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,700,000円

研究成果の概要（和文）：音の大きさの評価には男女差が存在する要因として、(1)言葉による音の大きさの判断基準の男女差と(2)音圧と感覚量の対応関係（ラウドネス）における男女差、(3)文化的背景の影響の3点に着目して検討を続けてきた。(2)および(3)の要因に着目した実験から、いずれの影響も明確ではないことが分かった。(1)および(2)に関してより検討を深めるために、評価条件を変更し実験を行ったが、(2)の音圧と感覚量の対応関係における男女差は明確ではなかった。これらのことから、(1)の言葉による音の大きさの判断基準の男女差が音の大きさの評価における男女差が生じる要因として強く影響する可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間の聴覚メカニズムや文化的背景の影響も含めた検討から、音の大きさの評価における男女差は、「言葉による音の大きさの判断基準の男女差」が強く影響する可能性が示唆された。「言葉による評価」という脳のより高次な処理における男女差については、これまでの検討では明らかにできていない。この点に関して今後も調査を続けることで、音の大きさの評価において男女差が生じる要因の解明に近づくことができる。

研究成果の概要（英文）：We have been studying three factors that might affect the gender differences in the perceived loudness of sound: (1) gender differences in verbal criteria on loudness evaluation, (2) gender differences in the relationship between sound pressure and sensory quantity (loudness), and (3) the influence of cultural background. Experiments focusing on factors (2) and (3) revealed that none of the effects were clear. In order to further investigate the effect of factor (1) and (2), we conducted experiments under different evaluation conditions. As a result, we found that there was no clear difference between males and females in the relationship between sound pressure and sensory quantity in the factor (2). These results suggest that the gender difference in the factor (1), the criterion for judging the loudness using verbal expression, may be strongly affect to the gender difference in the evaluation of loudness.

研究分野：音響心理学

キーワード：男女差 ラウドネス 音の大きさ 文化的背景

### 1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまでは音の大きさを評価には男女差が存在し、男性の方が同じ音量の音を女性よりも「小さい」と感じることを明らかにした。音の大きさを評価に男女差が生じる要因の検討を進め、仮説として「音の大きさを評価における男女差には、音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差が影響する」と考えた。しかし、この仮説に対する確証はまだ得られていない [問 1]。さらに、過去の研究では音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差は中国人の場合にのみ認められ、日本人の場合には認められていない。そのため、音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差が中国人にだけ認められるものであるのか、日本人以外には共通して認められるものであるかの「文化的背景の影響の有無」が明らかではない [問 2]。

### 2. 研究の目的

「音の大きさを評価における男女差には、音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差が影響する」という仮説 [問 1] に対して確証を得る。さらに、音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差に対する文化的背景の影響の有無 [問 2] を明らかにすることが本研究の目的である。これにより、人間が音を知覚するメカニズムを男女、文化的背景などの側面を含めて解明し、音による公共空間デザインである「音環境デザイン」によって性別や文化的背景のボーダーを超えたより快適な環境の提供を実現するために必要となる基礎的知見を得る。

### 3. 研究の方法

「文化的背景の影響の調査」と「音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差の調査」の研究フェーズを設け、実行する。各フェーズでは、以下の実験を行う。

#### (1) 文化的背景の影響の調査

##### ① 日本人を被験者として実験条件を細かく設定した実験

■実験 1: 音の大きさを自由な数値や音量で設定する実験 (ME 法, MP 法)

##### ② 日本人, 中国人以外として, マレーシア人を被験者とした実験

■実験 1: 音の大きさを自由な数値や音量で設定する実験 (ME 法, MP 法)

■実験 2: 音の大きさを「大きい」「小さい」という言葉で評価する実験 (SD 法, 調整法)

ここで言う ME 法とは、マグニチュード推定法 (Method of Magnitude Estimation) のことである。この実験方法では、呈示された音刺激に対して、感じた音の大きさ (感覚量) を自由な数値で回答する。MP 法は、マグニチュード産出法 (Method of Magnitude Production) であり、基準音に対して 1/2 倍や 2 倍と感じられる大きさ (感覚量) になるよう調整音の音量を調整する。

#### (2) 音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差の調査

感覚量は刺激強度のべき乗に比例するというスティーブンスのべき法則 (式 1) を用いて音の刺激強度と感覚量の対応関係を表す  $\alpha$  の値を推定できる。本研究では式 1 の刺激強度  $S$  は音の音圧を、感覚量  $P$  は被験者の回答した音の大きさを表す数値もしくは調整した音量の条件 (半分, 1/2 など) となる。

$$S = kP^\alpha \quad (k, \alpha \text{ は定数}) \quad (\text{式 1})$$

この  $\alpha$  の値に男女差が認められ、女性の方が男性の  $\alpha$  よりも有意に大きければ、中国人を被験者とした場合と同様に同じ音量変化に対する音の大きさを評価の変化は男性よりも女性の大きいことを意味する。このことから、(1)文化的背景の影響の調査で実施する①および②の実験 1 で得られる結果に対し、この  $\alpha$  の値における男女差の有無を検討することで、音の刺激強度と感覚

量の対応関係における男女差が存在するかどうかを明らかにする。

#### 4. 研究成果

##### (1) 文化的背景の影響の調査

###### ① 日本人を被験者として実験条件を細かく設定した実験

###### ■実験 1: 音の大きさを自由な数値や音量で設定する実験 (ME 法, MP 法)

###### ・ME 法を用いた実験

過去の研究の結果から、本実験では回答する数値の範囲を、下限は 0 より大きい値、上限は 20 とした。各音圧レベルの刺激に対して回答される数値は被験者によって異なることから、図 1 には男女別の幾何平均評価値を示している。三元配置の分散分析の結果、呈示音圧レベル、刺激の種類、性別の主効果がそれぞれ認められた。交互作用はいずれの変量間にも認められなかった。性別の主効果が認められたことから、男女の評価値の間には差があると言える。

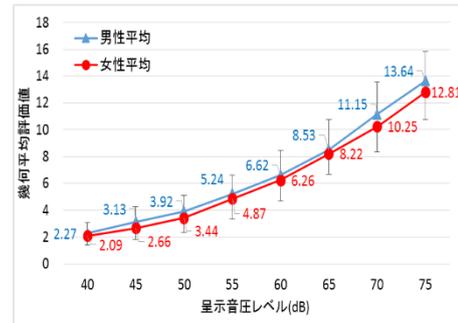


図 1: ME 法の実験結果 (日本人被験者)

###### ・MP 法を用いた実験

過去の研究では、基準音の音圧レベルは別途調整した男女が「これ以上だと大きい」と感じる音圧レベルと「これ以下だと小さい」と感じる音圧レベルの平均値の 1 条件のみとしていた。本実験では基準音を「これ以上だと大きい」と感じる音圧レベルと「これ以下だと小さい」と感じる音圧レベルの平均値である 45.7 dB (平均条件), 平均値の +10 dB である 55.7 dB (+10 dB 条件), 平均値の -10 dB である 35.7 dB (-10 dB 条件) の 3 条件とした。代表して、平均条件の実験結果を図 2 に示す。いずれの条件においても明確な男女差は見られず統計的にも有意差は認められなかった。

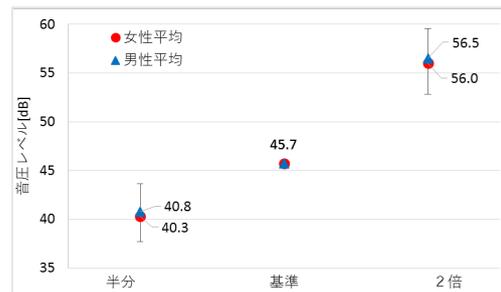


図 2: 平均条件における男女の平均音圧レベルと標準偏差

###### ② 日本人, 中国人以外として, マレーシア人を被験者とした実験

音の大きさの評価に対する文化的背景の影響を調査するために、これまでの研究で対象とした日本, 中国以外の文化圏であるマレーシア人を対象とした実験を行った。

###### ■実験 1: 音の大きさを自由な数値や音量で設定する実験 (ME 法, MP 法)

###### ・ME 法を用いた実験

①で実施した日本人を対象とした実験とは異なり、マレーシア人を対象とした ME 法実験では、回答する数値に上限を設けなかった。図 3 に各音圧レベルの刺激に対する男女別の幾何平均評価値を示す。女性のほうが男性よりも大きな値を回答する傾向にあることが分かる。その一方で、最も低い音圧レベルの刺激に対する評価値と最も高い音圧レベルの刺激に対する評価値の比率は、女性よりも男性のほうが大きい傾向にあった (男性: 10.1, 女性: 6.6)。

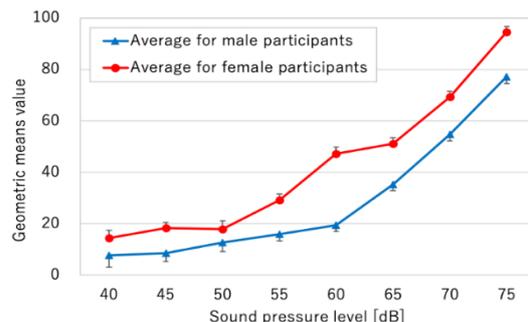


図 3: マレーシア人被験者の ME 法実験結果

・MP法を用いた実験

マレーシア人を対象としたMP法実験では、音圧レベルの基準値は「これ以上だと大きい」と感じられる音圧レベルと、「これ以下だと小さい」と感じられる音圧レベルの平均値の1条件(平均条件)のみとした。音圧レベルの基準値は47.3 dBである。この基準値に対して、「1/2倍の大きさに感じる」「2倍の大きさに感じる」音圧レベルになるよう調整音の音圧レベルを被験者に調整させた。

各調整条件において調整された音圧レベルを男女別に4に示す。いずれの調整条件でも、男女が調整した音圧レベルの間に大きな差は見られず、統計的にも有意な差は認められなかった。

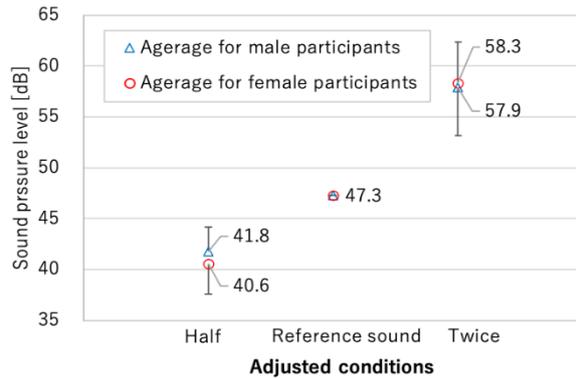


図4: マレーシア人被験者のMP法実験結果

■実験2: 音の大きさを「大きい」「小さい」という言葉で評価する実験 (SD法, 調整法)

・SD法を用いた実験

この実験では、呈示された音刺激の大きさを「非常に大きい(評価値7)」から「非常に小さい(評価値1)」までの7段階で被験者に評価させた。男女別の評価結果を図6に示す。女性のほうがすべての音圧レベルにおいて、男性よりも評価値が大きく、同じ音圧レベルの音をより「大きい」と評価していることが分かる。得られた結果に対して、呈示音圧レベル、刺激の種類(1/3オクターブバンドノイズの各中心周波数とピンクノイズ)、性別を変量とした三元配置の分散分析を行った。その結果、呈示音圧レベル、刺激の種類、性別の主効果がそれぞれ認められた。性別の主効果が認められたことから、男女の評価値に差があり、女性のほうが男性よりも同じ音圧レベルの音をより「大きい」と評価していると言える。

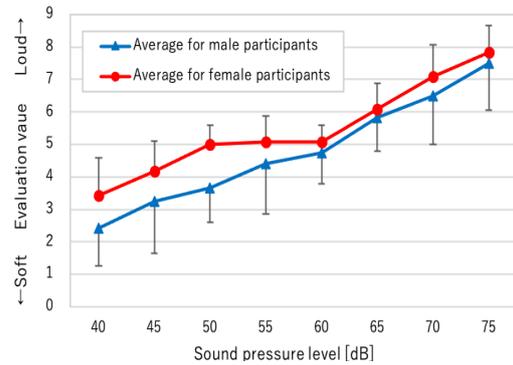


図5: マレーシア人被験者のSD法実験結果

・調整法を用いた実験

マレーシア人の被験者に対し、「これ以上だと大きいと感じる」音圧レベルと、「これ以下だと小さいと感じる」音圧レベルをそれぞれ自由に調整させた。実験の結果を男女別に図6に示す。「これ以下だと小さいと感じる」音圧レベルに男女間で大きな差は見られないが、「これ以上だと大きいと感じる」音圧レベルは、男性のほうが女性よりも14 dB高く設定している。この差は統計的にも有意であり、「これ以上だと大きい」と感じる音圧レベルに男女差が存在することが示された。

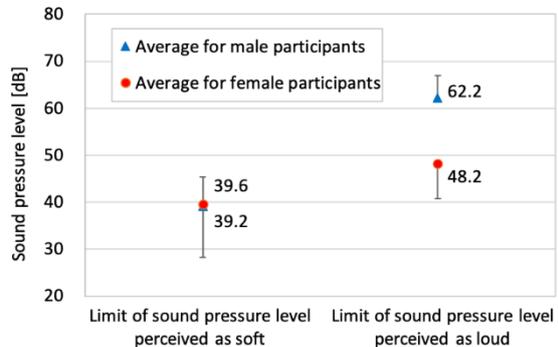


図6: マレーシア人被験者の調整法実験結果

## (2) 音の刺激強度と感覚量の対応関係における男女差の調査

これまで述べてきた(1)文化的背景の影響の調査の①および②で行った実験1のME法, MP法の結果から, スティーブンスのべき法則におけるべき指数 $\alpha$ の値を求めることで, 音の刺激強度と感覚量の対応関係に男女差があるかどうかを明らかにする。

### ① 日本人を被験者として実験条件を細かく設定した実験

#### ・ME法を用いた実験

実験結果から求められたスティーブンスのべき法則におけるべき指数 $\alpha$ の値を, 男女別に表1に示す。女性の方が $\alpha$ の値が男性よりも大きな傾向にあるが, マンホイットニーのU検定およびt検定の結果, いずれの音刺激においてもべき指数 $\alpha$ 有意な男女差は認められなかった。

#### ・MP法を用いた実験

各基準音条件 (平均条件, +10 dB 条件, -10 dB 条件) の結果から, べき指数 $\alpha$ の値を男女別に求めた。その結果を表2に示す。基準音条件や調整条件によって, べき指数 $\alpha$ は男性のほうが大きい場合や, 女性のほうが大きい場合がある。ME法の場合と同様に, いずれの条件においても男女のべき指数 $\alpha$ に有意な差は認められなかった。

表1: 日本人被験者のME法を用いた実験結果から得た男女別のべき指数 $\alpha$ の平均値 (カッコ内の数値は標準偏差)

中心周波数/ ノイズの種類	男性平均	女性平均
125 Hz	0.69 (0.30)	0.72 (0.22)
250 Hz	0.47 (0.21)	0.53 (0.12)
500 Hz	0.54 (0.33)	0.60 (0.20)
1000 Hz	0.53 (0.28)	0.57 (0.20)
2000 Hz	0.50 (0.22)	0.60 (0.19)
4000 Hz	0.47 (0.20)	0.52 (0.18)
8000 Hz	0.46 (0.21)	0.62 (0.49)
ピンクノイズ	0.44 (0.18)	0.51 (0.14)

表2: 日本人被験者のMP法を用いた実験結果から得た男女別のべき指数 $\alpha$ の平均値 (カッコ内の数値は標準偏差)

基準音条件	調整条件	男性平均	女性平均
-10 dB 条件 (35.7 dB)	1/2 倍	1.58 (0.47)	1.70 (0.66)
	2 倍	0.53 (0.13)	0.54 (0.15)
平均条件 (45.7 dB)	1/2 倍	1.32 (0.40)	1.13 (0.40)
	2 倍	0.59 (0.17)	0.60 (0.16)
+10 dB 条件 (55.7 dB)	1/2 倍	1.14 (0.36)	1.11 (0.47)
	2 倍	0.70 (0.21)	0.73 (0.21)

### ② 日本人, 中国人以外として, マレーシア人を被験者とした実験

#### ・ME法を用いた実験

マレーシア人を対象とした実験では, べき指数 $\alpha$ の値を平均した場合, 標準偏差がおよそ0.7と大きいので, 平均値ではなく中央値を求めた。音刺激の種類に関わらず女性の $\alpha$ の値が大きい傾向にあるが, その差はわずかである。マンホイットニーのU検定の結果, いずれの音刺激においても男女のべき指数 $\alpha$ には有意差が認められず, 男女で差があるとは言えなかった。

#### ・MP法を用いた実験

ME法と同様に, べき指数 $\alpha$ の値を求め, 中央値を算出した。1/2 倍の調整条件で男性のべき指数 $\alpha$ の値が女性のおよそ2倍になったが, 統計的な有意差は認められなかった。このことから, MP法の実験においても,  $\alpha$ の値に男女差があるとは言えないことが分かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mariko Tsuruta-Hamamura, Kumi Nakada, Ryoga Kikuchi, Naoki Watanabe, Hiroshi Hasegawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Differences in perceived loudness between men and women: A cross-cultural comparison among Japanese, Chinese and Malaysian	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceeding of inter-noise 2021	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mariko Tsuruta-Hamamura, Giaming Wang, Manami Aono and Shin-ichiro Iwamiya	4. 巻 70
2. 論文標題 Difference in the perceived loudness of sound between Chinese men and women	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Noise Control Engineering	6. 最初と最後の頁 279-287
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中田久美, 小林夕里子, 渡邊直樹, 鶴田(濱村)真理子, 長谷川光司, 岩宮眞一郎
2. 発表標題 音圧レベルの変化に対する音の大きさの評価における男女差
3. 学会等名 日本音響学会 騒音・振動研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菊地凌雅, 鶴田(濱村)真理子, 長谷川光司
2. 発表標題 音の大きさの評価における男女差に評価条件が与える影響
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------