

位置の前後の違いと聴覚的な感情処理過程

Emotion evoked by sounds in front and rear space

川島 尊之

Takayuki Kawashima

帝京平成大学

Teikyo-Heisei University

takayuki.kawashima@thu.ac.jp

概要

前後の方位の違いが、音が喚起する感情に与える影響を研究した。参加者に対して声などの日常的な音を前後から提示し、音が喚起する感情を快・不快、覚醒度、被コントロール感について評定することを求めた。後方に提示した音は、覚醒度をより高める傾向が見られた。別の実験から前後では、定位処理の効率が異なることが反応時間を指標として示された。後方で覚醒感が強くなる背景、研究の限界と展望を考察した。

キーワード：音源定位、感情、異方性

1. はじめに

聴覚は後方や身体の内部を含めた概ね全方位に働き、この点は後方を対象としない視覚と異なる。身体の後方に対する人間の情報処理過程を研究する際に聴覚は有用であり、これまで後方と前方のあいだで注意の働きかたに違いがあることなどが報告されてきた[1]。

人間の重要な認知過程の一つは感情であろう。人間などの生物にとって感情は、知覚と同様、おそらく進化の過程での環境における適応を反映しており、生体にとっての対象の価値判断に関わり、知覚と同様の原理をもとに働いている可能性がある[2-4]。

感情は後方の対象について働きながら進化してきたと考えることができるが、後方の対象と感情の情報処理過程についての現在の研究と理解は限られたものである。本研究は後方の音によって喚起される人間の感情の性質とその処理過程に関するものである。

過去の研究

後方の対象が喚起する感情に関して過去に行われた4つの報告について概要を述べ[5-8]、次に本研究の目的等を記す。初期の研究の一つでは、4種類の音（音が喚起する快・不快と覚醒度について程度が異なる4つの音ファイル）を、頭部から1.5 mの位置にある前後の2つのラウドスピーカから提示した[5]。参加者には、音の種類と位置ごとに快・不快 (Valence) と、覚醒度 (Arousal) について評定することを求めた。分析の結果、後方に提示すると、前方に提示するよりも不快に感じ、一部の音については後方に提示するよりも

覚醒度が高く感じる事が報告された。別の研究報告では[6]、ポーランド語を母国語とする参加者に、目隠しをした状態で、言語の意味が分からない中国語の22個の文章音声を提示し、プロソディからその音声がポジティブであるかネガティブであるかを5段階で評定することを求めた。音声を後方に提示する場合に、前方に提示するよりも、音声をよりネガティブであると評価された。これらの結果は手続等の違いはありつつ同じ音であっても、後方、前方に提示する際に、後方ではより不快さと結びつきやすい傾向を示唆している。

一方、前後の提示位置の差は、刺激に関する快・不快の感情面での判断に関係しないという報告がある[7, 8]。Pinheiro et al. は人のうなり声のように言語的な意味を持たない発声を、怒り、喜び (amusement)、中立の3種類について10個ずつ用意し、頭部伝達関数を用いて前後左右6つの方位に提示した[7]。参加者は刺激と関連している感情カテゴリを3つの選択肢から強制的に選ぶことを要求された (怒り、幸せ、中立の3つの選択肢)。同時にそれぞれの発声の覚醒度を9段階で評定することを求められた。分析結果として音の方位と感情カテゴリの選択結果の間には違いがないことが報告され、つまり前後の提示位置の差は、刺激に関する快・不快の感情面での判断に関係しなかった。ただし刺激の覚醒度については (後方ではなく) 前方の発声について差はわずかではあるが、統計的に有意により覚醒すると評定された。この研究と同種の音 (言語的な意味を持たず、悲しみ、怒り、喜び、驚き、安堵などの感情を付与した4名の音声) を用いた最近の別の報告では[8]、参加者から1.2 m離れた前後の2箇所から音を提示し、皮膚電気活動、顔の表情筋の活動とともに音が喚起する快・不快、覚醒度、被コントロール感 (Dominance) を測定した。その結果、恐れ、嫌悪を付与した声は後方に提示される際に (より不快ではなく) より快であると評価されること、怒りや安堵などを付与した声は後方においてより覚醒度が高く評価されること等が報告された。この研究では200 Hzから

8 kHz のトーンに対しても同様の手続きで、参加者が感じる快・不快を評価しており、快・不快に関して前後位置の影響がないことを報告している。

本研究について

最近のものを含め過去の研究からは、音の前後の違いと、それらの位置に提示される音に関する快、不快、覚醒度などの感情的な評価、感情処理過程の関係の理解は、報告間に食い違いが見られる問題含みなものと言える。例えば後方の音はより不快になるという報告[5,6]、快になり得るという報告[8]、より覚醒度が高くなるという報告[5,8]、低くなるという報告[7]がある。

本稿では、こうした食い違いの解消を視野に入れながら音の方位と感情的な処理過程の関係について研究した実験について報告する。主な予測は後方では前方に比べて音に関わる感情はより不快に、より覚醒度が高く、より被コントロール感が増す（ように評価される）というものである。これは生体にとって視野の外の後方の対象を前方よりも警戒的にあつかうことが適応的であるかもしれないという想定に基づく[5 など]。

2. 方法

参加者

日本語を母語とする大学生 61 名が実験に参加した。実験セッションの最後に自己報告により、実験時の聴力に障害がないことを確認した。事前に計画した 60 名のデータを分析した。

刺激

音が喚起する感情についての性質である快・不快（感情価、誘因価）、覚醒度などについての評定結果を伴う、日常音のデータベースである IADS[9]と IADS-E[10]から音刺激を抜粋した。この際、データベース内の評定値に基づき誘因価が高いもの、低いもの、覚醒度が高いもの、低いもの、誘因価と覚醒度ともに中程度のものからなる 5 種類の音について、それぞれ 2 つずつを取り出し、5 つの音ごとにまとめ、2 つの刺激音セットを作成した。これら 5 音ずつの 2 セットを、異なる実験ブロックで利用した（後述）。例えばピアノで演奏された音楽、男性の叫ぶ声などが含まれた。さらにこれらとは別に誘因価が高いもの、低いもの、覚醒度が高いもの、低いものからなる 4 つの音を、練習試行のために抜粋し用いた。

データベース内の音ファイルがステレオの場合は常に左チャンネルの信号のみを用いた。データベースのフ

ァイルの時間波形を視覚的に提示し、目視で音信号が存在する部分のみを切り出して用いた。サンプリング周波数をパーソナルコンピュータ上で 44.1 kHz にそろえた。音の持続時間は各ファイル必ずしも同一ではなく、実験で用いた 10 個の音については平均で 5.71 秒であった（最も短いものが 4.77 s、最長が 6.00 s、5 音のセットのうち一方の平均持続時間は 5.67 s、もう一方の平均持続時間は 5.75 s であった）。提示時には常に 0.003 s のランプをかけた。

音のデジタル信号の RMS を同一の値とすることで刺激のレベルについて一定のコントロールを試みた。提示レベルをおよそ 69 dBA とした。

機材・装置

実験を防音ブースの中でおこなった。参加者の正面と背後に提示した 2 つのスピーカから音を提示した。それぞれのスピーカの中心と参加者の頭部中心の距離は 62 cm であった。参加者は床面からの高さ約 117 cm に耳の位置がくるようあご台にあごを載せた状態で音を聴取した。通常の照明下で実験をおこない、天井から音響的な損失が少ないカーテンをつるすことで、スピーカを直接視認できないようにした。参加者は回答する際、正面スピーカの下方前方に配置された小型液晶ディスプレイを利用した。実験をパーソナルコンピュータでコントロールし、音の D/A コンバートにサウンドデバイス（RME 社）を用いた。

手続き

実験セッションでは、最初に研究の概要説明等をブースの外で行い、次に音が喚起する感情についての評価実験、続いて定位実験、次に音を聴取する際の生理指標を測定する実験、最後に聴力、耳の病気等についての自己回答のアンケートへの回答を求めるという流れで行った。なお生理指標を測定した実験について本稿では報告しない。実験セッション全体で 30 分を要した。実験を参加者ごとに個別に行った。

なお本研究は帝京平成大学の倫理審査委員会の計画審査承認後に行った。

音が喚起する感情についての評価実験 参加者は次の 3 つの条件のいずれかに無作為に割り当てられた：正面条件、後方条件、後方かつ提示レベルが 3 dB 大きい条件（レベルを補償した後方条件）の 3 つであった。

なお提示レベルを 3 dB 大きくして後方に提示する条件を設けた目的は、過去の頭部伝達関数のデータベースを利用して、刺激セットの音が外耳の入口に到達するレベルについて分析したところ[11-14]、後方提示の

際には、およそ（絶対値が）2 dB を下回る範囲で信号のレベルが減少することがしばしば観察され、このレベル差を補償する条件を設けるためであった。

先の3つの条件の実験手続きは、音の位置、補償のためのレベル以外の点で基本的に同一であった。参加者は2つの刺激セット（5音ずつのセット）のいずれかに無作為に割り当てられ、セットに含まれる5つの音を一回ずつ聴取する5試行が評価実験を構成した。音の順序は無作為に決定した。5試行のうち最初の4試行は条件ごとに正面、あるいは後方の同じスピーカから刺激を提示したが、最後の1試行のみは必ず、反対側のスピーカから提示した。これは前後の定位の変化の影響について試行的に研究するためであった。この意味で“正面条件”とは、実際には“正面4試行、後方1試行の条件”であった（後方条件についても同様である）。なお本稿では5試行のうち最初の4試行のみの結果を報告する。なお音の位置の各条件20名の参加者のなかでは、最終試行（5試行め）にあたる刺激の種類（セット内の5つの感情カテゴリ）はそれぞれ同数となるようにした。

各試行、参加者にはSAM（Self-Assessment Manikin）を用いて、音を聞いたときに自分が感じた感情について評価することを要求した[15, 16]。参加者には、感情について誘因価、覚醒度、被コントロール感の3つの感覚・感性の次元について感情を9段階で評価することを教示した。参加者は手元の小型キーボードを用いて数字を回答した。誘因価は数字が大きいほど不快であること、覚醒度は数字が大きいほど覚醒感が弱いこと、被コントロール感は数字が大きいほど被コントロール感が弱いことを示す。

各試行では試行番号を2.0 s間提示し、その後0.5 sの無音・空白区間を置いて刺激音を提示しはじめ、再生後に3種類のSAMを順番に提示し、被コントロール感についての回答の直後に次の試行番号を提示した。3種類のSAM同士に0.5 s間の空白期間をおいた。

定位実験 この実験の目的の1つは正面と後方に提示した音が、どの程度正しく定位されるかについて測定することであった。実際音の前後の定位はある程度不正確であり、混同が生じることが報告されてきた。さらに、定位の判断に要する反応時間を指標として、前後の音の間で反応、処理の効率に違いが見られるかを評価することが2つめの目的であった。参加者に対して、音が喚起する感情についての評価実験で用いたものとは必ず異なるもう一方の音刺激のセットを用い

た。刺激セットに含まれる5つの音を正面と後方にそれぞれ1回ずつ、無作為な順番で提示した（計10試行）。参加者にはなるべく正確にかつなるべく速く、音の提示される位置について、前後の2択で回答するように求めた。参加者は回答に小型キーボードを用いた。回答は音の再生中でも可能であり、回答直後に再生を中止した。各試行では試行番号を2.0 s間提示したのち、0.5 sの空白期間において音の再生を開始し、回答の直後に次の試行番号を提示した。

データの分析 音が喚起する感情についての評価実験においては誘因価、覚醒度、被コントロール感について参加者が9段階で評価した結果が、音の位置についての3条件ごとに得られる。これらSAMを用いたデータについては、音の位置について同じであった4試行の平均を各参加者について算出し、さらにその平均を条件間で比較した。分布形状の変更を行わなかった。定位実験については2択の課題の正答率を求めた。反応時間については全600試行について平均値と3SDを利用して外れ値となる試行を取り除いたのち（約2.6%が取り除かれた）、位置条件ごとに、あるいはさらに感情カテゴリごとに平均値を求めた。評価実験、定位実験について事前に計画した分散分析の結果を報告する[17を利用]。

3. 結果

音が喚起する感情についての評価実験

主な目的は快・不快、覚醒度、被コントロール感について提示位置の影響が見られるか否かを研究することであった。正面と2つの後方提示条件の間には覚醒度についてのみ後方では覚醒度が向上する傾向が見られ（評定値が低い傾向が見られ）、その他の2つについては予測とは異なり正面提示と後方提示の条件間では評定に違いが見られなかった（Table1）。各参加者の4試行の平均値を用いた参加者間3水準の分散分析の結果は、快・不快について $F(2,57) = 0.76, p = .47, \omega^2 = -.01$ 、被コントロール感について $F(2,57) = 0.21, p = .81, \omega^2 = -.03$ 、覚醒度については $F(2,57) = 4.55, p = .01, \omega^2 = .11$ であった。多重比較の結果、平均値について正面提示条件と2つの後方提示条件の間は統計的に有意に異なり、2つの後方提示条件同士の間には有意な違いがなかった（5%水準）。後方の音は3 dBのレベルの違いによらず、前方の音よりも覚醒を喚起する結果であった。

定位実験

実験の主な目的の1つは、音が前後にどの程度定位されていたかを確認することであった。参加者間の平均正答率は.80であった。今回の実験環境において参加者はある程度正確に音源を前後に定位可能であった。

定位実験のもう1つの目的は、前後の音源に対する反応時間に違いが見られるかについて確認することであった。前後の定位が正解であった試行のみを用いて反応時間の平均値を求めると前方提示条件では0.99 s (SD=0.62)、後方提示条件では1.03 s (SD=0.66)であった。前後位置2水準、刺激の感情カテゴリ5水準の参加者内2要因の分散分析の結果、位置、感情カテゴリの主効果、交互作用はいずれも統計的に有意ではなかった、 $F(1, 59) = 0.29, p = .59, \omega^2 = .00, F(4, 236) = 0.24, p = .92, \omega^2 = .01, F(4, 236) = 0.22, p = .93, \omega^2 = .01$ 。反応時間の分析からは定位判断における処理の効率は前方と後方では統計的に有意には異なることが示された。

4. 考察

実験の結果は、後方の音が前方の音に比べてより強い覚醒感を喚起すること、快・不快、被コントロール感については方位の影響が見られないこと、定位課題の効率が音の方位により異なることを示した。

これらの結果は、前後の方位の影響を音の感情評価について研究した過去の報告の一部と合致しているものの[5,8]、快・不快については方位の影響があるという報告[5,6,8]、覚醒度については前方でより覚醒が強まるという報告[7]、後方の音はより効率的な反応を生じさせる（反応時間が短くなる）という報告があり[8]、必ずしも一貫した結果とはならなかった。

こうした食い違いの一部は研究間の刺激、課題の違いに加え、実験中の頭部の固定の有無、参加者が前方、後方の両方を経験するかなどの手続きの違いを反映していると考えられる。後方の覚醒感については、過去の研究における解釈と同様人間が後方に警戒的であることを反映している可能性があり他に、可能性としては例えば音を処理する中で、後方の音源の視

覚的情報や音源位置に頭部を向ける状態が一定の精度で予測されているという想像が可能かもしれない[18]。

文献

- [1] C. Spence, J. Lee, and N. Van der Stoep, (2020) "Responding to sounds from unseen locations: crossmodal attentional orienting in response to sounds presented from the rear", *European Journal of Neuroscience*, vol.51,1137–1150.
- [2] K. Friston, (2009) "The free-energy principle: A rough guide to the brain", *TICS*, vol.13, pp.293–301, 2009.
- [3] R. Plutchik, (1980) "Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis", Harper & Row.
- [4] L. F. Barrett (2018) "How emotions are made: The secret life of the brain", Harper & Collins.
- [5] E. Asutay, and D. Västfjäll, (2015) "Attentional and emotional prioritization of the sounds occurring outside the visual field", *Emotion*, vol.15, pp.281–286.
- [6] N. Frankowska, et al., (2019) "Rear negativity: Verbal messages coming from behind perceived as more negative", *European Journal of Social Psychology*, vol. 50, pp.889–902.
- [7] A. P. Pinheiro, et al. (2019) "Spatial location and emotion modulate voice perception", *Cognition and Emotion*, vol.33, pp.1577–1586.
- [8] Olszanowski, M. et al. (2023) "'Rear bias' in spatial auditory perception: Attentional and affective vigilance to sounds occurring outside the visual field". *Psychophysiology*, DOI: 10.1111/psyp.14377
- [9] M. M. Bradley, and P. J. Lang (2007) "The international affective digitized sounds (2nd Edition; IADS-2): Affective ratings of sounds and instruction manual", Technical report B-3. University of Florida, Gainesville.
- [10] Y. Wanlu, et al., (2018) "Affective auditory stimulus database: An expanded version of the international affective digitized sounds (IADS-E)", *Behavior Research Method*, vol.50, pp.1415–1429.
- [11] W. G. Gardner, & K. D. Martin. (1994) "HRTF Measurements of a KEMAR dummy-head microphone", MIT Media Lab Perceptual Computing - Technical Report #280.
- [12] W. G. Gardner, & K. D. Martin (2015) "HRTF Measurements of a KEMAR", *J. Acoust. Soc. Amer.*, vol.97, pp.3907–3908, 1995. <http://www.sound.media.mit.edu/KEMAR.html>
- [13] H. Wierstorf, M et al. (2011) "A free database of head-related impulse response measurements in the horizontal plane with multiple distances", *130th Convention Audio Eng. Soc. (AES)*, ebrief, London, UK.
- [14] V. R. Algazi, et al. (2001). "The CIPIC HRTF database", IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics.
- [15] P. J. Lang, (1980) "Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications", In *Technology in mental health care delivery systems*, J. B. Sidowski, J. H. Johnson, & T. A. Williams, pp.119–137. Norwood, NJ: Ablex.
- [16] M. Bradley, & P. J. Lang. (1994) "Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential", *J. Behav. Ther. & Exp. Psychiat.* vol.25, pp.49–59.
- [17] 井関 龍太 (2023). Anovakun ver 4.8.9. Retrieved from <http://riseki.php.xdomain.jp/> (2023年6月26日)
- [18] Anil K. Seth (2014) "A predictive processing theory of sensorimotor contingencies: Explaining the puzzle of perceptual presence and its absence in synesthesia", *Cognitive Neuroscience*, 5:2, 97–118, DOI: 10.1080/17588928.2013.877880

Table 1 評価実験の平均値。カッコ内は標準偏差。

	快・不快	覚醒度	被コントロール感
正面	4.90 (1.22)	4.41 (1.10)	4.35 (1.05)
後方	5.23 (0.92)	3.74 (1.04)	4.40 (1.10)
後方+3dB	5.31 (1.18)	3.48 (0.89)	4.19 (1.09)