

# スピーカーの外見の違いは 新奇音によるタスク遂行への妨害効果を変える The effect of speaker appearance on distracting a visual task caused by novel sounds

土橋 一斗<sup>†</sup>, 中島 亮一<sup>‡</sup>, 大澤 正彦<sup>†</sup>  
Kazuto Dobashi, Ryoichi Nakashima, Masahiko Osawa

<sup>†</sup> 日本大学, <sup>‡</sup> 京都大学

Nihon University, Kyoto University

chka24009@g.nihon-u.ac.jp

## 概要

聴覚刺激が毎試行出力されている環境下で視覚刺激を判別するタスクにおいて、稀に新奇音が出力されると視覚刺激への反応が遅延する。本研究では音の出力元の外見を変えることにより、新奇音によるタスク遂行への妨害効果が異なるかを調査した。数字の偶奇判断タスクにおいて、ロボットの外見をしたスピーカーの場合では新奇音による妨害効果が引き起こされなかった。このことから、スピーカーの外見により音への印象が変化し、妨害効果の緩和が引き起こされたと考えられる。

**キーワード：視覚タスク, 新奇音, スピーカーの外見, 妨害効果, IES (Inverse Efficiency Score)**

## 1. 背景

電話の受信音が鳴るオフィス、話し声やBGMが聞こえてくるカフェなど、音が存在する環境下で作業を行う場面は日常の中で多く存在する。このような日常の中で聞こえてくる音は、人間が行っている作業やタスクのパフォーマンスにどう影響を与えているのか。

ある視覚タスクの遂行中に、そのタスクに関連のない聴覚刺激（音）を提示すると、そのタスクのパフォーマンスが変わる。視覚刺激とほぼ同時に呈示された聴覚刺激は、無音時と比べて視覚タスクのパフォーマンスを促進させる (Hackley & Valle-Inclán, 1999)。逆に、聴覚刺激が人間の注意をひきつけ、一時的に視覚タスクのパフォーマンスを低下させる場合もある。聴覚刺激が毎試行出力されている環境下で、モニターに呈示される視覚刺激を判別するタスクにおいて、稀に新奇音が出力されると反応時間が長くなる (Escera, Corral, & Yago, 2002; SanMiguel, Linden, & Escera, 2010)。本研究では聴覚刺激によるタスクへの妨害効果について注目する。

Dominguez-Borrás, Garcia-Garcia, and Escera (2008) は、聴覚刺激が毎試行出力される状況で、モニターに

出力された2枚の画像が、同じ画像か異なる画像かを判断するタスクを用いて、新奇音が出力された際のタスクへの妨害効果を調べた。使用された画像は中立な印象のもの、否定的な印象を想起させるものであった。結果、新奇音によるタスクへの妨害効果は、中立な印象の画像が呈示された際と比べて、否定的な印象を想起させる画像が呈示された際に顕著であった。否定的な印象を参加者に与えることで新奇音による妨害効果が強化されたと考えられる。では新奇音自体の印象が異なると、新奇音によるタスクへの影響に変化が生じるのだろうか。

小松・山田 (2008) は、音に対するユーザーの解釈が、音の発生源の外見によって変わるかを検討した。具体的には、ポジティブまたはネガティブと評価された人工音をそれぞれ4種類用意し、それらを外見の異なる出力元から出力させた際の印象を調べた。音の出力元の外見は、ノートPC, MindStorms (ブロック型のロボット), AIBO (犬型のロボット) であった。その結果、ノートPCの外見条件ではポジティブな音はポジティブに、ネガティブな音はネガティブだと評価された。一方で、2種類のロボットの外見条件ではポジティブと設定された人工音も、ネガティブと推定されやすくなった。これは、ロボットの外見から予想できないような音出力されると、エラーが生じたことと認識されることが原因だと考えられている。

先行研究 (Escera et al., 2002; Dominguez-Borrás et al., 2008; SanMiguel et al., 2010) では、音をヘッドホンから出力し、新奇音によるタスクへの妨害効果を調べていた。本研究では、参加者が視認できるスピーカーを用いて、スピーカーの外見を変えることで音の印象を変える。それにより新奇音によるタスクへの妨害効果が音の印象により変化するかを調べる。本研究は、定常的に音出力される中で稀に新奇な音出力される環境下での視覚タスク遂行において、(1) 音の出力元がヘッドホンではなくスピーカーでも、新

奇音によるタスクへの妨害は起こるのか、(2) 音の出力元の外見で新奇音によるタスクへの妨害効果が異なるのかを調査する。定常的に出力されている標準音出力時と新奇音出力時のタスクパフォーマンスを比較し、新奇音出力時のパフォーマンスが標準音出力時よりも低かった場合に新奇音による妨害効果が引き起こされたとする。

## 2. 実験 1

### 2.1 実験手続き

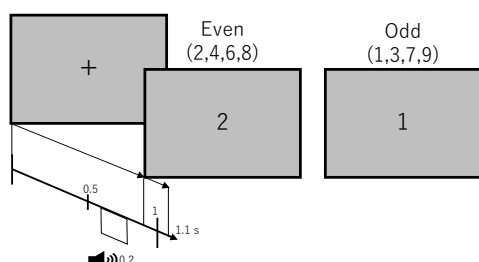


図1 刺激提示順序

先行研究 (SanMiguel et al., 2010; Escera et al., 2002) を参考にタスクを設計した。視覚刺激として1桁の数(1,2,3,4,6,7,8,9)をモニターに呈示し、実験参加者はその呈示された数が偶数か奇数かを判断した。1試行の刺激提示順序を図1に示す。各試行では、スピーカーから聴覚刺激が200ms間出力され、その100ms後に視覚刺激が200ms呈示された。参加者はテンキーの4キー、6キーをそれぞれ右手の人差し指、中指で押して反応した(刺激とキーの対応関係はカウンターバランスした)。視覚刺激呈示後800msまでの反応を受け付けた。実験中、全試行の80%の割合で600Hz(標準音)、20%の割合で700Hz(新奇音)、それぞれ約75dbのビープ音を出力した。実験は3つのブロック(各ブロック80試行。各ブロックの初めの4試行は標準音を出力した)を行った。ブロック間に1分間以上の休憩を挟んだ。その後任意のタイミングで次のブロックを開始することができた。実験前には、ビープ音の出力がない練習の試行が10回行われ、参加者は正答率が70%を超えるまで練習を繰り返した。

実験では、一般的な丸型のスピーカー(Creative製のPebbleV3)とロボット型のスピーカー(川崎・大澤・今井・長田(2017)が開発したロボット)を使用した。それぞれの外見をNormal条件、Robot条件とする(図2)。参加者にはビープ音がスピーカーから出力されると教示することで、音の出力元を認識させた。ただし、スピーカーの種類による音質の違いを出さないために、実際に音出力されるスピーカーを各外見

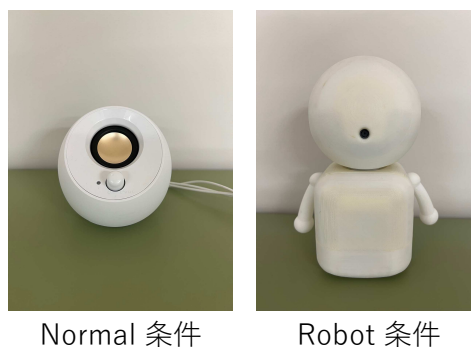


図2 スピーカーの外見

条件のスピーカーの後ろに配置し、参加者から見えないようにパーテーションで隠した。

正常な視力または矯正視力とスピーカーからの音を聞くのに十分な聴力をもち、利き手が右である38名(18~29歳。うち女性19名)が参加した。実験参加者はスピーカーの外見条件にランダムに割り当てられた。本試行の正答率が70%以下だった男性1名、実験環境の不備で女性1名のデータを無効とし、Normal条件に18名(うち女性10名)、Robot条件に18名(うち女性8名)のデータを分析対象とした。

### 2.2 分析方法

反応時間(本研究では、単位はmsを用いる)を正答率で割ることで算出されるInverse Efficiency Score(Bruyer & Brysbaert, 2011)の分析を行う(以降IESとする)。IESの値が大きいほどパフォーマンスが低い。これにより、速さと正確さのトレードオフが生じていたとしても、それを考慮しパフォーマンスを比較できる。

スピーカーの外見(Normal, Robot)を参加者間要因、出力音の種類(標準音, 新奇音)を参加者内要因とする2要因混合計画の分散分析を行う。先行研究にならない、新奇音出力された試行の次の試行は標準音を出力し、その試行のデータは分析から除外した。

### 2.3 結果と考察

分散分析の結果、IESについてスピーカーの外見と音の種類で交互作用が認められた( $F(1, 34) = 5.393, p = 0.026$ )。Normal条件では、新奇音時のIESが標準音時よりも増加した(ただし有意傾向。標準音: 549, 新奇音: 565,  $p = 0.067$ )。また、Robot条件では、音の種類の単純主効果が有意でなかった(標準音: 544, 新奇音: 533,  $p = 0.200$ )。

実験1ではNormal条件で、先行研究と同様の傾向、つまり新奇音によるタスクへの妨害効果の傾向が確認された(Escera et al., 2002)。一方、Robot条件では新奇音による妨害効果は確認されなかった。

本研究で使用したロボットの外見について、福田らは印象評価アンケートを実施している(福田他, 2019)。そのアンケート項目の1つ「電子音を出せそう」において、高い評定値であった。その他の項目「頭を撫でたい」、「抱きしめたい」といったアトラクティブ要因においても同様に高い評定値だった。このことから、本研究で用いたロボットは、電子音が出力されても違和感を与えず、かつロボットとしてポジティブな印象を感じさせる外見だと考えられる。ロボットとしてのポジティブな外見、外見と出力された音声との一貫性があったことが妨害効果の緩和した可能性が考えられる。この点に関しては、総合考察でさらに議論する。

本研究ではタスクパフォーマンスの指標としてIESを用いた。しかし、その内訳を見てみると、反応時間について、スピーカーの外見条件とピープ音の種類の主効果、交互作用が認められなかった( $F_s < 1, p_s > 0.400$ )。SanMiguel et al. (2010)では新奇な音により反応時間が長くなると報告されている。これは、各参加者のベースとなる反応時間が先行研究と本研究で異なっていたからかもしれない。SanMiguel et al. (2010)の実験の平均反応時間(標準音: 405~420ms 程度 新奇音: 415~430ms 程度)よりも、本実験の平均反応時間(標準音: 491~495ms 程度 新奇音: 490~500ms 程度)が長かった。つまり800msという制限時間のために、実験1では新奇音による妨害が生じたとしても反応時間が長くなりにくかった可能性がある。そこで実験2では、平均反応時間がより短くなるであろう、難易度の低いタスクを用いる。具体的には、画面に円か正方形を表示し、その図形自体の判断タスクを行う。実験1の偶数奇数判断では表示された数字がどちらのカテゴリに当てはまるかを考えて反応する必要があるのに対し、実験2では図形そのものに対して反応すればよい。そのため、実験2の難易度は実験1よりも低いと想定される。

### 3. 実験2

#### 3.1 方法

実験2は、以下の点を除いて実験1と同じであった。タスク内容をモニターに呈示された図形(円、四角)に対し、呈示された図形がどちらであるかを判断した。また、実験1では3ブロックで実験を構成していたが、実験2では4ブロックで構成した。

実験1に参加していない37名(18~29歳。うち女性12名)が参加した。全員が、正常な視力または矯正視力とスピーカーからの音を聞くのに十分な聴力を持ち、利き手が右であった。参加者はスピーカーの

外見の各条件にランダムで割り当てられた。実験環境の不備で男性1名のデータが無効となり、Normal条件に18名(うち女性6名)、Robot条件に18名(うち女性6名)のデータを分析対象とした。

#### 3.2 結果と考察

分散分析の結果、IESについて外見条件と音の種類で主効果、交互作用が認められなかった(Normal条件標準音: 391, 新奇音: 389; Robot条件標準音: 380, 新奇音: 384,  $F_s < 1.13, p_s > 0.29$ )。

実験2の平均反応時間はNormal条件における標準音試行では366ms、新奇音試行では368ms、Robot条件における標準音試行では362ms、新奇音試行時では364msとなり、実験1よりも短いことが確認できた。しかし、実験2ではNormal条件、Robot条件どちらにおいても新奇音による妨害効果は確認されなかった。このタスクは難易度が低すぎたために、外見条件に関わらず、そもそも新奇音による妨害効果は起きなかった可能性が考えられる。逆に言えば、新奇音によるタスクへの妨害効果が生じるためには、単純なタスクであるといってもある程度の難易度が必要なのかもしれない。

### 4. 総合考察

本研究では、定常的に音が出力される中で稀に新奇な音が出力される環境下での視覚タスク遂行において、音を出力するスピーカーの外見で、新奇な音によるタスクへの妨害効果に違いがあるかを調査した。その結果、偶奇判断のようなある程度の難易度のタスクの場合、スピーカーの外見がロボットであることで新奇音によるタスクへの妨害効果が緩和される可能性が示唆された。これはロボットの外見によりスピーカーが擬人化され、出力音に意図を感じたことにより生じたと考えられる。すなわち、聴覚刺激による視覚タスクへの影響は、その聴覚刺激の出力元が何であるかという認識によって変わりうると考えられる。

人工物の外見や振る舞いによって、人工物が人間や生物と同じように扱われることがある(Reeves & Nass, 2001)。その際、ロボットのような人工物に対する感情や知性があるという認識を促し、その認識により人間とロボットのインタラクション向上につながる(Jeon, 2021)。感情や知性があると認識される、いわば「心を持つ」といた人間の特徴が帰属されやすくなることで、共同行動タスクのパフォーマンスが向上すると報告されている(Wiese, Metta, & Wykowska, 2017)。ロボットの存在によるタスクへの効果について、作業中に他者が近くにいることで行っている作業のパ

パフォーマンスが向上する社会的促進が考えられる(磯崎, 1979). 打谷・西崎(2021)は, スピーカーに内蔵されたAIが自律的に判断して音を出すと教示することで, そのスピーカーにエージェント性を持たせた. その結果, スピーカーに対して人間と同様に社会的存在として認識され, 共同サイモン効果が生起されると報告している. 本実験においても, スピーカーが社会的存在と認識されることにより, 新奇音におけるタスクへの妨害効果を緩和させたのではないかと考えられる. しかし, Robot条件時の標準音出力時のタスクパフォーマンスは, Normal条件時と比べて差異はなかった. 社会的促進が引き起こされた場合, 全体的にタスクパフォーマンスの促進が生じると考えられる. そのため, 本研究の結果は社会的促進だけでは説明できない.

人間は一般に, 他の人間や動物などに近い外見のエージェントに対し, 擬人化する傾向がある(山田, 2007). エージェントが擬人化されることにより, ユーザーはエージェントに生物性(animacy)を感じ, エージェントに対し心的状態(例えば, 意図)の推定を行うようになる(Heider & Simmel, 1944). このことから, 本研究におけるrobot条件では, スピーカーに心があると想定されることにより, 発せられた音自体が単なる設計された音ではなく, 何らかの意図のある音と認識されたのかもしれない. 定常的に出力される標準音の中で稀に新奇音出力された際, 参加者はスピーカーが自身に対して「次集中して」, 「がんばれ」など, 何らかの意図を持った合図を出したと捉えたのかもしれない. その結果, 新奇音出力時の試行では妨害効果と促進効果の両方が働き, タスクパフォーマンスへの影響が見られなくなった可能性が考えられる.

本研究は, 定常的に音出力される中で稀に新奇な音出力される環境下での認知負荷の低すぎないシンプルな視覚タスク遂行において, 新奇音による妨害効果が引き起こされる. それに対し, 音を出力するスピーカーの外見により新奇音への印象が変化することで, 新奇音による妨害効果が変わることを示唆した. 認知負荷の低すぎないシンプルな視覚タスク遂行において, 新奇音による妨害効果が引き起こされるが, スピーカーにエージェント性を与えること(スピーカーの利用者にそのように感じさせること)により妨害効果を解決させるかもしれない.

## 文 献

Bruyer, R., & Brysbaert, M. (2011). Combining speed and accuracy in cognitive psychology: Is the inverse efficiency score (IES) a better dependent variable than the mean reaction time (RT) and the percentage of errors (PE)?

- Psychologica Belgica*, 51, 5–13.
- Dominguez-Borrás, J., Garcia-Garcia, M., & Escera, C. (2008). Negative emotional context enhances auditory novelty processing. *Neuroreport*, 19(4), 503–507.
- Escera, C., Corral, M.-J., & Yago, E. (2002). An electrophysiological and behavioral investigation of involuntary attention towards auditory frequency, duration and intensity changes. *Cognitive Brain Research*, 14, 325–332.
- 福田聡子・澤田志織・川崎邦将・奥岡耕平・大澤正彦・長田茂美・今井倫太(2019). 適応ギャップ理論を拡張したインタラクションデザインの提案 HAI シンポジウム.
- Hackley, S. A., & Valle-Inclán, F. (1999). Accessory stimulus effects on response selection: Does arousal speed decision making?. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(3), 321–329.
- Heider, F., & Simmel, M. (1944). An Experimental Study of Apparent Behavior. *The American Journal of Psychology*, 57(2), 243–259.
- 磯崎三喜年(1979). 社会的促進を規定する要因の実験的研究 *THE JAPANESE JOURNAL OF EXPERIMENTAL SOCIAL PSYCHOLOGY*, 19, 49–60.
- Jeon, M. (2021). Turning HART into HEART: Human Emotional AI/Robot Teaming. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 65, pp. 1044–1048.
- 川崎邦将・大澤正彦・今井倫太・長田茂美(2017). 認知的制約付き擬人化キャラクターに着目したコミュニケーションロボットの設計と開発 第6回汎用人工知能研究会.
- 小松孝徳・山田誠二(2008). エージェントの外見の違いがユーザーの態度解釈に与える影響 – 外見の異なるエージェントからの同一人工音の提示実験 知能と情報(日本知能情報フェザー学会誌), 20(4), 500–512.
- Reeves, B., & Nass, C. I. (2001). 人はなぜコンピュータを人間として扱うか「メディアの等式」の心理学 翔泳社.
- SanMiguel, I., Linden, D., & Escera, C. (2010). Attention capture by novel sounds: Distraction versus facilitation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 481–515.
- 打谷拓巳・西崎友規子(2021). AIスピーカーの主体性に関する認識が信頼度変化に及ぼす影響 情報処理学会関西支部支部大会公演論文集.
- Wiese, E., Metta, G., & Wykowska, A. (2017). Robots as Intentional Agents: Using Neuro scientific Methods to Make Robots Appear More Social. *Frontiers in Psychology*, 8.
- 山田誠二(2007). 人間とロボットの<間>をデザインする 東京電気大学出版局.