

# 呼吸視覚同期刺激を用いたクロスモーダル現象と統合失調型パーソナリティの関係についての検討

孔 令辰<sup>†</sup>, 寺澤 悠理<sup>‡</sup>

Lingchen Kong, Yuri Terasawa

<sup>†</sup>東京大学大学院, <sup>‡</sup>慶應義塾大学

The University of Tokyo, Keio University

reishin.k@keio.jp

## 概要

本研究は呼吸と同期して大きさが変化する視覚刺激を提示し、その同期が呼吸の深さや視覚刺激の大きさに對する推定をどう変容させるかを検討した。同時に、感覚評価の変容の度合いと単感覚の精確性や統合失調型パーソナリティとの関係を調べた。その結果、呼吸を實際よりも小さく反映する視覚刺激によって、大きく息を吸う傾向はみられたが、その反対の影響はみられなかった。結果から、感覚間の相互影響に方向性があることが示唆されている。

キーワード：内受容感覚, クロスモーダル知覚, 統合失調型パーソナリティ障害

## 1. はじめに

内受容感覚と外受容感覚の相互作用を対象とするクロスモーダル知覚研究は、外受容刺激が内受容感覚の報告に影響を与える研究が多く、心拍感覚を中心に展開された。統合失調症ではこのような内外情報の統合処理に特異的な欠陥があると考えられるが(Corlett et al., 2019), 実験的な証拠が不足である。本研究は呼吸感覚に注目し、先行研究を参照して、標準試行と比較試行の吸気感覚を比較する課題を作成した(Murphy et al., 2018)。呼吸と同期して大きさが変化する視覚刺激を提示し、その同期が呼吸の深さと視覚刺激サイズの推定を変容させるかどうかを検討した。また、比較試行では呼吸による視覚刺激の変化の度合いを変えて、呼吸や視覚の推定にどのような影響を与えるかを調べることを目的とした。さらに、その感覚評価の変容の度合いと単感覚の精確性や統合失調型パーソナリティとの関係を調べた。

## 2. 方法

本研究の実施は慶應義塾大学文学部研究倫理委員会による承認を得た。参加者は大学生・大学院生計 28 名

(平均年齢 22.11 歳, SD = 2.01) であった。刺激呈示するためにディスプレイを用いた。参加者の胸部に呼吸計測ベルトを装着した(Biopac 社, MP-150, TSD201)。実験プログラムは MATLAB 2023a (Mathworks) 及び Psychtoolbox-3 を用いて作成した(Brainard, 1997; Pelli, 1997; Kleiner et al., 2007)。市販のヘッドホン(Anker Soundcore Life, Q30)を用いて、呼吸が求められる課題中にホワイトノイズを呈示した。被験者が自身の呼吸音について聞こえなくなるように音量を調節した。視覚刺激はディスプレイ上に提示される、面積が変化する四角形であった。面積の変化範囲は 44 ピクセル×44 ピクセルから 660 ピクセル×660 ピクセル (1cm<sup>2</sup>から 225cm<sup>2</sup>) であった。連動判断課題を実行する際に、視覚刺激は呼吸の強度によって変化した。事前に被験者ごとに呼吸曲線の最大値と最小値を取得し、それを元に標準化を行った。視覚刺激も同様に辺長が 1cm である四角形を視覚刺激の最小面積とし、辺長 15cm である四角形を最大面積とし、それを元に標準化を行った。視覚刺激の面積はいつも呼吸の標準化された値で表示されていた。

実験課題は視覚 ONLY 条件課題, 呼吸 ONLY 条件課題, および 3 条件からなる連動課題の三種類があった。全ての課題は連続する標準試行と比較試行を比較するものであった。比較試行では参加者は標準試行の刺激の 50% または 70% (ターゲット値) を目指して反応し、その後、実際に行った反応が標準試行の何パーセントであったかについて評価した (評価値)。

視覚 ONLY 条件での判断対象は連続的に拡大するように変化する正方形視覚刺激のサイズであった。呼吸 ONLY 条件では、参加者は開始キーを押すと、呼吸計測が始まり、モニターの画面中央に RECORDING の文字が提示され、終止キーを押すと呼吸計測が終了し、文字

も消えた。課題はセットとなる1回の標準試行と1回の比較試行の繰り返しであり、標準試行では、参加者は呼吸しきったら開始キーを押し、それと同時にゆっくりと最大限まで吸気を行うよう求められた。参加者は吸気が最大限に達したと思った時点で終止キーを押して計測を終了した。標準試行では終止キーを押した時点の呼吸の値が記録された。それに続く比較試行では、参加者は標準試行の終了時の呼吸の深さを100とし、試行開始前に50または70のような目標値が提示され、参加者は標準試行と同じように、呼吸しきったら開始キーを押し、それと同時にゆっくりと最大限まで吸気を目指す。吸気の過程中、呼吸の深さまたは経過時間が標準試行の目標値のパーセンテージ、に到達したと感じた際に、終止ボタンを押すように教示された。比較試行の後に、画面上に0から100までの評価軸が提示され、参加者は実際に比較試行において行われた呼吸の深さについて数値で評価した。比較試行において、終止キーを押した時点の呼吸の値、および呼吸に対する評価の値が記録された。

運動課題ではNORM条件、OVER条件とUNDER条件があり、吸気が求められ、その深さに同期して拡大する視覚刺激が提示された。吸気の深さと視覚刺激を判断する課題の両方が行われた。各条件において、比較試行における視覚と呼吸の関係が操作された。NORMAL条件の比較試行の呼吸と視覚刺激の関係は標準試行と同様である。OVER条件の比較試行では標準試行に比べ、同様な呼吸に対してより大きな視覚刺激が提示され、UNDER条件ではより小さな視覚刺激が提示された。解析は試行の反応の値（以下制御と呼ぶ）と反応に対する評価値について行った。サイズ、呼吸の深さについて、①と②に基づいて制御のエラー率と判断のエラー率をそれぞれ計算した（Figure 1）。参加者は日本語版 The Oxford Schizotypal Personality Scale (STA)を回答した（Ueno et al., 2010）。課題の実施はカウンタバランスを考慮した。

①制御のエラー率

$$= \left( \frac{\text{比較試行の最大値} - \text{ターゲット値}}{\text{標準試行の値} - \frac{\text{ターゲット値}}{100}} \right) \times 100$$

②判断のエラー率

$$= \left( \frac{\text{比較試行の最大値} - \text{評価値}}{\text{標準試行の値} - \frac{\text{評価値}}{100}} \right) \times 100$$

Figure 1. データの処理法

### 3. 結果

視覚 ONLY 条件のサイズ判断エラー率と視覚運動刺激の有無による呼吸深さ判断のエラー率の変化について相関分析を行った結果、両者間に有意な負の相関がみられた ( $r = -0.572, p = 0.001$ ; Figure 2)。呼吸 ONLY 条件の呼吸深さ判断エラー率と呼吸視覚運動刺激の有無によるサイズ判断エラー率の変化について相関分析を行った結果、両者間に有意な相関関係がみられなかった ( $r = -0.28, p = 0.888$ )。

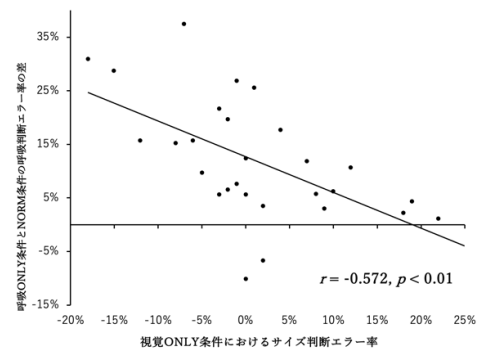


Figure 2. サイズ判断の精確性と呼吸同期視覚刺激の提示による呼吸判断変化の散布図

呼吸の深さ判断課題における制御エラー率に対して、呼吸 ONLY 条件、NORM 条件、OVER 条件、UNDER 条件の4条件の反復測定分散分析を行った結果、目標が70%である試行のみで平均制御エラー率に条件の有意な効果が見られ ( $F(3, 25) = 9.122, p < 0.001, \eta^2 = 0.523$ ; Figure 3)、OVER 条件はNORM 条件に比べて制御のエラー率が有意に大きかった ( $p = 0.016$ )。

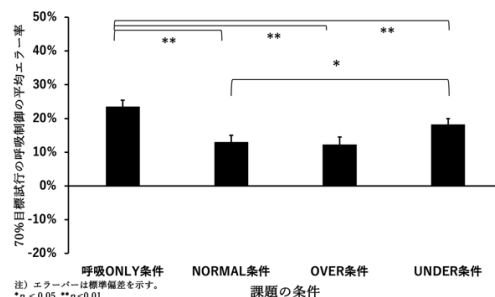


Figure 3. 異なる条件の70%目標試行の呼吸制御エラー率の平均。

STA 得点と各条件のサイズ判断のエラー率に相関分析を行った結果、OVER 条件（Figure 4）とUNDER 条件（Figure 5）の2条件にのみ、STA 得点とサイズ判断のエラー率が正の相関傾向を示した（OVER 条件:  $r = 0.419, p$

< 0.05; UNDER 条件:  $r=0.446, p<0.05$  )。

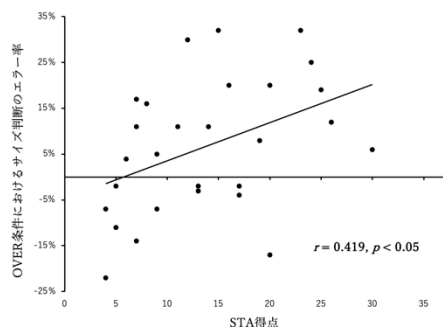


Figure 4. STA 得点と OVER 条件におけるサイズ判断エラーの散布図.

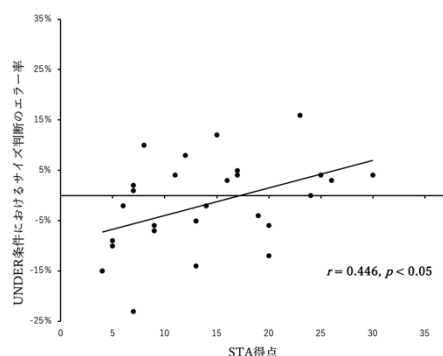


Figure 5. STA 得点と UNDER 条件におけるサイズ判断エラーの散布図.

#### 4. 考察

第一に、同期刺激の提示によって呼吸感覚評価に生じた変化は視覚の精確性と相関するが、視覚評価の変化は呼吸感覚の精確性と相関しないことがわかった。つまり、呼吸同期視覚刺激の有無は、より精確性の高い視覚のサイズ判断に影響を及ぼさないが、呼吸に対する判断には影響を与えた。しかし、呼吸を実際よりも小さく反映する UNDER 条件のみで、視覚刺激による呼吸の制御への影響が観察され、呼吸の制御が外部刺激の影響を受けることには方向性があることが認められた。

第二に、呼吸課題において目標が70%である試行で相互作用が観察されたため、逆有効性の法則が支持されたと言える。課題において、100%の刺激との弁別がしばらく70%の目標を目指す際に、複数の感覚によってより正確な判断が得ようとしていたことが考えられる。多感覚的な刺激がある際に、単感覚の精確性が十分でない場合、それについての判断は精確性の高い他感覚で補おうとする可能性がある。

第三に、標準試行と比較試行で呼吸に応じた視覚刺激が異なる倍率で拡大する条件にのみ、STA 得点がより高いものは視覚刺激をより大きく見積もる傾向があった。つまり、STA 得点の高い統合失調型パーソナリティ傾向をより強く持つものは、予測と感覚との間により大きい誤差がある条件において、多感覚刺激に対して、外部刺激が過度の顕著性を持って実際より誇張されて認識してしまうと考えられる。統合失調症患者は内受容感覚の精確性が低下し、内受容情報へ信頼度も下がり、外受容的情報は過度に高い精度を持ち、外部刺激に対する過関心を作ってしまう(Yao & Thakkar, 2022)。これは今回の結果

#### 5. 引用文献

- [1] Corlett, P. R., Horga, G., Fletcher, P. C., Alderson-Day, B., Schmack, K., & Powers, A. R. (2019). Hallucinations and Strong Priors. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(2), 114–127. <https://doi.org/10.1016/J.TICS.2018.12.001>
- [2] Murphy, J., Catmur, C., & Bird, G. (2018). Alexithymia Is Associated With a Multidomain, Multidimensional Failure of Interoception: Evidence From Novel Tests. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(3), 398. <https://doi.org/10.1037/XGE0000366>
- [3] Okajima, K. (2018). 2. 視覚情報によって誘発されるクロスモーダル効果. 映像情報メディア学会誌, 72(1), 8–11. <https://doi.org/10.3169/ITEJ.72.8>
- [4] Ueno, M., Takano, K., Asai, T., & Tanno, Y. (2010). 日本語版オックスフォード統合失調型パーソナリティ尺度の信頼性と妥当性. パーソナリティ研究, 18(2), 161–164. <https://doi.org/10.2132/PERSONALITY.18.161>
- [5] Yao, B., & Thakkar, K. (2022). Interoception abnormalities in schizophrenia: A review of preliminary evidence and an integration with Bayesian accounts of psychosis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 132, 757–773. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2021.11.01>

