

# 持続的注意の時間的ゆらぎと誤警報との関連性

北野 愛結	中京大学 心理学部
大西 星流	中京大学 心理学部
小椋 羽奈	中京大学 心理学部
長沖 ひなの	中京大学 心理学部
寺島 裕貴	NTT コミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部
近藤 洋史	中京大学 心理学部

<https://hk-lab.github.io/>

持続的注意は、長時間にわたって注意を維持する認知機能であり、時間とともにゆらぎがある。本研究では、gradCPTを用いて、課題遂行時の注意水準の変動を反映する指標であるVTC (variance time course) の特徴を明らかにし、そのゆらぎが誤警報 (false alarm: FA) の発生とどのように関連するかを検討した。FAの発生を、a) 直前試行のVTC上昇、b) Go試行の連続、c) 課題進行 (疲労) の3つを要因から検討した。信号検出理論に基づいて反応基準を分類し、モダリティ間のVTC平均、課題全体のVTC変動とFA頻度、およびFA/CR前後のVTC変動を解析した。さらに、VTC等を説明変数とするロジスティック回帰分析によってFAに寄与する要因を推定した結果、課題進行に伴うVTCの増大は認められず、Go試行連続後のNo-go試行でFAが増加する傾向が示された。

Keywords: sustained attention; continuous performance task; variance time course; false alarm

## 背景と目的

持続的注意とは、長時間にわたって注意を維持する認知機能である。この精度を評価するために、持続的注意課題 (gradual onset continuous performance task: gradCPT) が開発された (Esterman et al. 2013)。参加者は頻繁に提示されるGo試行に反応し、頻度の低いNo-go試行に対しては反応を抑制する。突然の刺激提示による注意の促進の影響を軽減するために、刺激は徐々に変化し提示される。さらに、モダリティ間の比較を可能にする聴覚gradCPTが開発された (Terashima et al., 2021)。モダリティ間で刺激の性質や提示タイミングに違いがあるにもかかわらず、両課題のgradCPT成績と注意のゆらぎは個人内で類似していた。この結果は、持続的注意にはモダリティに依存しない、共通原理が存在することを示唆する (Corriveau et al., 2025)。

gradCPTでは、持続的注意の状態を捉える指標として、反応時間 (RT) の連続的な変動を定量化したvariance time course (VTC) が広く用いられてきた。VTCは各試行のRTを標準化して絶対値化し、ガウス分布で平滑化した系列であり、値が小さい区間は相対的に安定した反応、値が大きい区間は不安定な反応を示す。

持続的注意反応課題 (sustained attention to response task: SART) を用いた研究では、FAの直前にRTが短縮することが報告されており (Robertson et al., 1997)、注意が過度に自動化された状態に陥ることで抑制失敗が生じると考えられている。また、Go試行の比率を操作した研究では、Go試行の頻度が高いほどRTが短縮し、No-go試行でのFA-Go試行の比率を操作した研究

では、Go試行の頻度が高いほどRTが短縮し、No-go試行でのFAが増加することが示されている (Wilson et al., 2016)。

本研究では、gradCPTを用いて、課題遂行中のVTCの特徴を明らかにし、FAの発生とどのように関連するかを検討することによって、持続的注意の時間的ゆらぎを明らかにすることを目的とした。(a) 直前の試行におけるVTCの上昇によって、直後の試行でFAが発生する (b) Go試行が続くと、その後のNo-go試行でFAが発生しやすくなる (c) 課題が後半になるにつれて疲労が生じ、それによってFAが誘発される、という3つの仮説を立てた。

## 方法

**参加者** 事前の検出力分析にもとづき、46名 (男性16名、女性30名、年齢:  $M \pm SD = 21.0 \pm 0.7$ 歳) が実験に参加した。

**心理課題** 刺激の制御と反応の記録には Presentation ソフトウェア (Neurobehavioral Systems) を用いた。

視覚gradCPTでは、画面中央に円形の白黒風景画像がランダムに連続提示された。画像は街 (出現率90%、10種類) と山 (出現率10%、10種類) であった。画像が街の風景であればキー押しで素早く反応し (Go 試行)、山の風景であればキー押しを抑制するよう求めた (No-go 試行)。刺激は800 msの時間間隔で、合計500試行 (400秒間) 提示された。

聴覚gradCPTでは、男声 (出現率90%、10種類) と女声 (出現率10%、10種類) の音声であった。男声であれば反応し、女声であれば反応を抑制するよう求めた。

刺激は1600 msの間隔で、合計250試行 (400秒間) 提示された。

**分析** gradCPT課題のRTを刺激提示開始から反応までの時間として定義し、設定された時間窓の中でおこなわれた反応をhit / miss / FA / CRに分類した。参加者ごとに $d'$ とRT中央値を算出し、RTを試行内で標準化した $|zRT|$ を半値幅7秒のガウス関数で平滑化してVTCを求めた。FA / CRを基準にVTCを平均化するETAで変動の前後変化を可視化し、FA予測のため、直前試行のVTC (VTC lag-1), Go試行の連続長 (Go-streak length), 課題進行を表す作業遂行時間 (time-on-task: ToT) を説明変数とするロジスティック回帰を実施した。分析には、R (ver. 4.5.1; <https://www.r-project.org/>) を用いた。

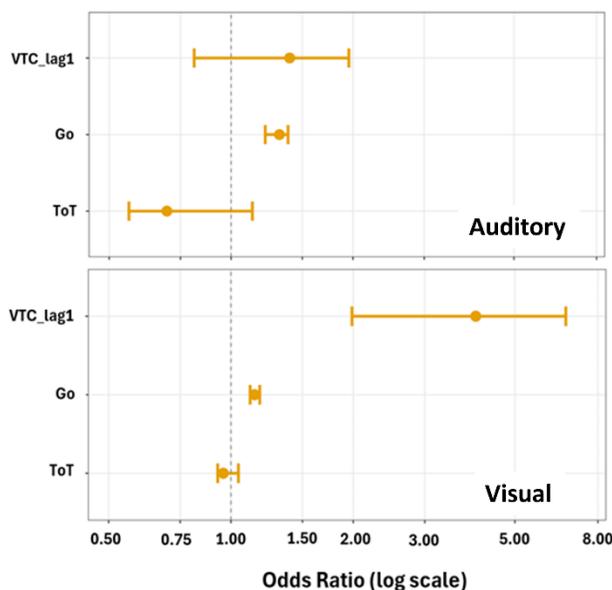
## 結果

課題成績は、聴覚gradCPTよりも視覚gradCPTのほうが良かった ( $z = 5.47, p < .001$ ; Table 1)。課題間で刺激の性質や提示間隔が異なっていたにもかかわらず、注意のゆらぎのピーク周波数は0.025と類似していた。

**Table 1.** Auditory and visual gradCPT performance

Measure	Auditory gradCPT		Visual gradCPT		Difference	
	M	SD	M	SD	$z$ (Wilcoxon)	$p$
Sensitivity ( $d'$ )	1.73	0.68	3.06	0.63	5.47	< .001
Frequency (Hz)	0.025	0.013	0.025	0.013	0.14	0.89

**Figure 1.** Odds ratios (ORs) for false alarms (FAs) on No-go trials in auditory (top) and visual (bottom) tasks. Error bars represent 95% CIs. Vertical dashed line indicates OR = 1.



FA発生の要因を予測するためのロジスティック回帰分析の結果 (Figure 1), 直前試行におけるVTCの上昇は、視覚条件ではFA生起を有意に説明する予測因子となった (OR = 4.01, 95% CI [1.99, 6.67])。加えて、Go試行の連続長は聴覚・視覚のいずれにおいてもFAの生起と関連していた。一方で、作業遂行時間については両モダリティとも推定の信頼区間が1を含み、FAとの関連はほとんど示されなかった。

## 考察

本研究の目的は、gradCPT課題遂行時における課題成績および心理指標の分析によって、持続的注意の時間的なゆらぎを明らかにすることであった。FAの発生に影響する要因を検討した結果、Go試行の連続長は、両モダリティで有意にFAの増加と関連した。すなわち、Go応答の繰り返しが反応の自動化を助長し、抑制制御を一時的に弱めることを示唆する。

一方で、両モダリティにおいて、課題進行に伴うVTCの一貫した上昇は認められなかった。この結果から、時間経過による疲労の影響は比較的小さいと考えられる。また、課題に対する構えの変化や覚醒水準の低下といった要因も想定されるものの、実際には課題への適応や学習効果により注意制御が強まる側面が示唆された。したがって、FAは個人ごとの注意の散漫や、内的状態の変動にも影響を受けて発生していると考えられる。

## 引用文献

- Corriveau, Ke, Terashima, Kondo, & Rosenberg (2025). Functional brain networks predicting sustained attention are not specific to perceptual modality. *Network Neuroscience*, 9(1), 303-325.
- Esterman, Noonan, Rosenberg, & Degutis (2013). In the zone or zoning out? Tracking behavioral and neural fluctuations during sustained attention. *Cerebral Cortex*, 23, 2712-2723.
- Robertson, Manly, Andrade, Baddeley, & Yiend (1997). 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35(6), 747-758.
- Terashima, Kihara, Kawahara, & Kondo (2021). Common principles underlie the fluctuation of auditory and visual sustained attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74, 705-715.
- Wilson, Finkbeiner, de Joux, Russell, & Helton (2016). Go-stimuli proportion influences response strategy in a sustained attention to response task. *Experimental Brain Research*, 234, 2989-2998.