

運転中の他車の進路妨害に対する怒りと心血管反応, その抑制

Devise methods to suppress subjective anger and cardiovascular responses caused by obstructions to a driver's path.

木村 慧一^{1, 2, a}, 宮内友那³, 大橋智昭³, 栗山斉昭⁴, 川合 伸幸^{1, 5, b}

Keiichi Kimura, Yuna Miyauchi, Tomoaki Ohashi, Nariaki Kuriyama, Nobuyuki Kawai

¹名古屋大学 大学院情報学研究科, ²日本学術振興会, ³本田技術研究所, ⁴株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン, ⁵中部大学 創発学術院

Graduate School of Informatics, Nagoya University, JSPS Research Fellowships for Young Scientists, Honda R&D, Honda Research Institute Japan Co., Ltd., Academy of Emerging Science, Chubu University

^akimura.keiichi.w3@s.mail.nagoya-u.ac.jp, ^bkawai@is.nagoya-u.ac.jp

概要

他車の進路妨害は怒りを誘発するため、あおり運転の原因となる。本研究ではドライビングシミュレータを用いて、進路妨害時の主観的怒りとそのバイオマーカーとしての心血管反応、音声介入の怒り抑制効果を検討した。結果、進路妨害時に一回拍出量の増加と末梢血管抵抗値の低下が確認され、交感神経系の賦活として怒りを検出できることを示した。道路環境へ注意を逸らす音声介入は、主観的怒りこそ抑制しなかったが心血管反応を抑制した。本研究はあおり運転の発生機構やその心理・生理基盤の解明、及び情動抑制システムの開発に寄与する。

キーワード: あおり運転, 怒り, 心血管反応, 情動抑制

1. 背景

1992 年以降、交通事故の死亡者数が減少し続けているにもかかわらず、交通白書によれば 2024 年は 3221 人が交通事故で命を落としている (内閣府, 2025)。その原因の一つにあおり運転が挙げられる。あおり運転は主に他車による進路妨害 (急な割り込みや低速走行など) がきっかけで発生することが報告されている (矢武, 2019)。また、ドライビングシミュレータ (DS) で運転中に進路妨害に遭うと主観的な怒りが生じることから (木村・川合, 2024)、他車の進路妨害に対して生じる怒りがあおり運転につながると考えられる。

あおり運転につながる怒りの様態を解明し、その抑制手法を車両に実装できれば安全な交通の実現に貢献する。そのためには、安全が確保された DS で、1) 進路妨害で怒りを誘発する、2) 怒りのバイオマーカーとなる生理反応を同定する、3) 進路妨害による心理・生理的な怒りの抑制手法を開発する、ことが求められる。本研究では、DS を運転中に他車の進路妨害による怒りはどのような生理反応をもたらすのかを検討した。また、進路妨害で誘発される心理的・生理的な怒りに対してどのような抑制手法が有効かについて検討した。

怒りが生じると、攻撃行動に備えて交感神経系が賦活し、心臓血管系の活動が変化する (久保ら, 2014; 川

合, 2017, 2026)。怒り喚起時に交感神経系の賦活によって心臓血管系に作用する物質として、まずノルアドレナリンが挙げられる。ノルアドレナリン放出により、心拍数 (Heart Rate: HR) や、心臓が一度の拍動で送り出す血液量である一回拍出量 (Stroke Volume: SV)、そして末梢血管の収縮状態を示す末梢血管抵抗値 (Total Peripheral Resistance: TPR) がすべて上昇する (久保ら, 2014)。それらにより全身に多量の血液を送り、攻撃行動の準備を行う。他方で、攻撃行動に必要なエネルギーを供給するため、交感神経系の賦活による副腎髄質からのアドレナリン分泌が血中グルコース濃度を上昇させることも示唆されている (Fernandez et al., 1994; Malmjeac, 1964)。アドレナリン分泌でも HR や SV は上昇するが、ノルアドレナリンと異なり骨格筋の血管が拡張され、TPR は逆に低下する (Morrison, 2001)。交感神経終末からのノルアドレナリン放出と副腎髄質からのアドレナリン分泌は独立した経路で制御されるため (Morrison, 2001)、怒りに伴う交感神経系の賦活が必ずしも一様の心血管反応パターンを引き起こすわけではない。すなわち、SV と HR はいずれも上昇すると予測されるが、TPR はアドレナリンとノルアドレナリンの分泌のどちらが優位かによって、上昇も下降もし得る。実際に、怒りの文脈でこれら心血管反応のパターンは複雑に変化する (e.g., Adsett et al., 1962; Sinha et al., 1992)。あおり運転につながる怒りの喚起時でも交感神経系の賦活による心血管反応の変化が考えられるが、進路妨害時の心血管反応パターンは不明である。そこで、本研究では運転中の心血管反応を測定し、進路妨害による怒りに起因する生理的变化や、後述する怒り抑制手法による怒りの心血管反応の抑制効果を検討した。

運転場面に限らず、感情を制御するための方略がこれまで様々に提案されている (Gross, 1998)。なかでも近年の 372 本の実験論文を対象とした大規模なレビューによれば、主観的な怒りの抑制方略として感情を誘発させる刺激から注意を逸らすこと (気晴らし) と、感

情を生じさせた状況の解釈の変容を試みること（再評価）が有効であるとされている（金谷・川合, 2025; 川合, 2026）。また、これらの方略は怒りに伴う心血管反応の抑制効果を持つことも報告されている（Denson et al., 2011）。先行研究では、過去の怒り体験を想起させた後、DS を運転中に気晴らしや再評価を促す機械音を提示すると、運転後の主観的な怒りが抑制された（Jeon et al., 2015）。しかし、気晴らしや再評価が運転中の進路妨害による怒りや、さらには心血管反応に対しても抑制効果を持つかどうかは明らかでない。そこで、本研究では、運転中の進路妨害直後に気晴らしや再評価を促す機械音声の提示により、音声の介入が無い場合に生じる主観的な怒りや心血管反応を抑制するかを検討した。

2. 実験手続き

実験参加者

運転歴 5 年以上の男女 81 名（男性 44 名、平均 45.93 ± 8.34 歳）が実験に参加した。参加者は音声介入の有無や種類により 4 群に無作為に割り当てられた（介入なし：21 名、介入あり 3 群：各 20 名）。

実験装置

本研究では、DS として UC-Win Road (Forum 8 社製) による、日本の高速道路（首都高速道路 4 号新宿線）を模した片側 2 車線の道路を使用した。運転状況は 55 インチのディスプレイを横 3 面に接続したマルチディスプレイに呈示された。実験参加者はハンドル・ペダルコントローラ (Logitech G29) を用いて、運転席を模した椅子に座り、車両の加減速や進行方向の操作をした。

手続き

参加者は、片側 2 車線の高速道路約 5 km を 6 分以内に完走する課題を遂行した。介入なし群、介入あり 3 群それぞれの参加者は、事前に走行課題のルートで練習走行をした後、先に妨害なし条件を、次に妨害あり条件の順で課題を行った。妨害なし条件では、参加者はなんの妨害もなく完走できた。妨害あり条件では、スタートから約 2 km 地点の妨害開始地点で、他車 (Figure 1, 黒色の車) が前方に割り込み、20 km/h まで減速して妨害



Figure 1 実験条件の概略図

灰色の車は実験参加者の走行車両、黒色の車は妨害車両、青色の車はクラクションを鳴らす後続車両を示す。

走行を続けた。右側車線には 100 km/h で巡行する車両を連続的に出現させ、妨害車両の追い抜きを不可能にし、時間内の完走を阻止した。割り込みから約 10 秒後に後続車 (Figure 1, 青色の車) がクラクションを鳴らした。音声介入あり 3 群では妨害時に、妨害車両が低速走行後 2 秒後に 3 種類の機械音声（高齢運転者：「高齢運転者が操作ミスをしたようです」、道違い：「前の車のドライバーは道を間違えたことに気づいたようです」、注意区間：「この区間は見づらくて減速する車が多いようです」）のいずれかが提示された。高齢運転者音声と道違い音声の内容は再評価、注意区間音声は気晴らし (Jeon et al., 2015) を意図して作成した。主観指標として状態怒り尺度 (日本語版 STAXI, 鈴木・春木, 1994) 及び快・不快感情 (PA・NA) 尺度 (日本語版 PANAS, 佐藤・安田, 2001) を安静時の心血管反応測定後および各走行課題後に回答させた。安静時条件、妨害なし条件、妨害あり条件の各合計値を分析した。心血管反応は Finometer MIDI (Finapres Medical Systems B.V 社製) で測定し、SV, TPR 及び HR を算出した。

分析方法

心血管反応は、妨害あり条件において、妨害前後 60 秒ごとを解析区間とした。妨害前 60 秒間の平均 (μ_{base}) と標準偏差 (σ_{base}) に基づいた、妨害後 60 秒間の心血管反応の変化量を次式の $\Delta z\text{-score}$ として算出した。 x_t は妨害開始を 0 秒とした経過時間 t の心血管反応を示す。

$$\Delta z\text{-score} = \frac{x_t - \mu_{base}}{\sigma_{base}}$$

妨害なし条件では、後の妨害あり条件での妨害地点通過前後 60 秒ずつを用いて通過前 60 秒間の平均と標準偏差をそれぞれ μ_{base} と σ_{base} とし、 $\Delta z\text{-score}$ を算出した。安静時条件では前半 60 秒の平均と標準偏差をそれぞれ μ_{base} と σ_{base} とし、後半 60 秒の $\Delta z\text{-score}$ を算出した。60 秒間の $\Delta z\text{-score}$ の平均値を分析した。主観得点と心血管反応のどちらも、介入有無や音声の種類ごとに線形混合モデルを構築し、実験条件（安静時、妨害なし、妨害あり）を固定効果、参加者を変量効果とした。固定効果では妨害あり条件と他 2 条件との直接比較（安静時 vs. 妨害あり、妨害なし vs. 妨害あり）を事前対比とした。Dunnett 法で p 値を補正した。

3. 結果

音声介入なし

Figures 2 に音声介入なし群の主観評価（上段：STAXI,

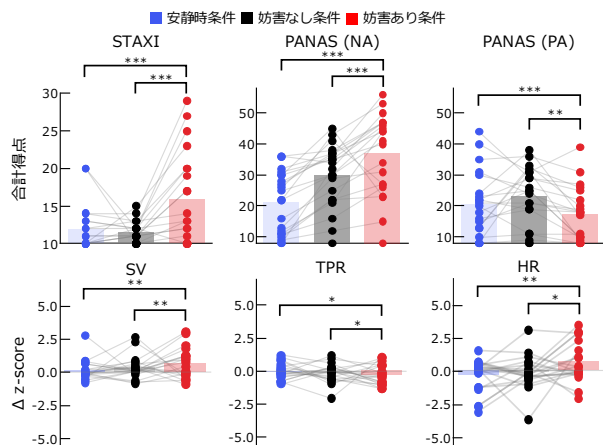


Figure 2 介入なし群の主観評価と心血管反応
 $*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$

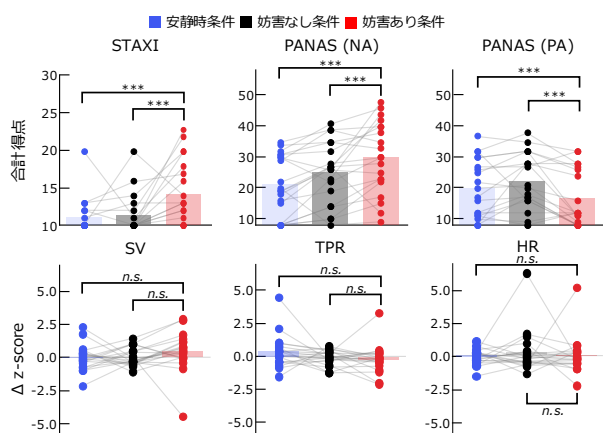


Figure 3 注意区間音声群の主観評価と心血管反応
 $***p < .001$

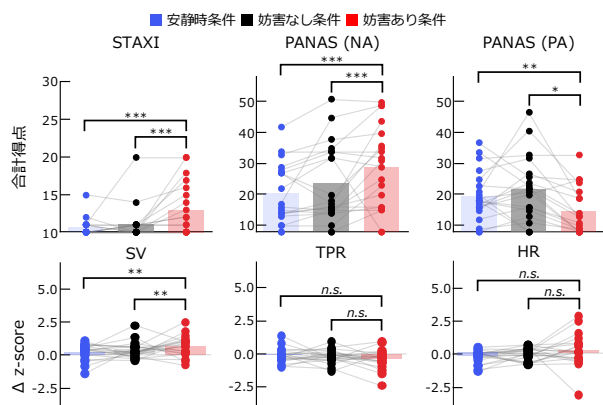


Figure 4 高齢運転者音声群の主観評価と心血管反応
 $*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$

PANAS (NA), (PA)) と心血管反応 (下段: SV, TPR, HR) の結果を示す。妨害あり条件で STAXI 得点, NA 得点が安静時や妨害なし条件と比較して有意に上昇した (介入なし: 安静時 vs. 妨害あり STAXI: $z = 11.15$, $p < .001$, NA: $z = 13.70$, $p < .001$; 妨害なし vs. 妨害あり STAXI: $z = 11.42$, $p < .001$, NA: $z = 11.41$, $p < .001$)。すなわち, 他車の進路妨害により主観的な怒りが誘発された。

心血管反応は, 妨害あり条件で安静時条件や妨害な

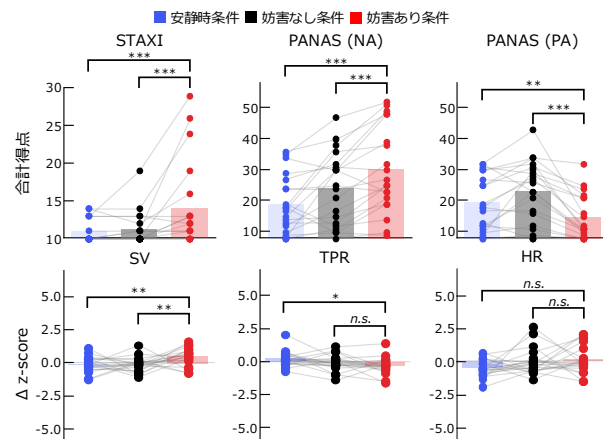


Figure 5 間違い音声群の主観評価と心血管反応
 $*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$

し条件と比較して SV, HR が有意に上昇し, TPR が有意に低下した (SV: 安静時 vs. 妨害あり $z = 3.43$, $p < .001$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 3.28$, $p < .001$; HR: 安静時 vs. 妨害あり $z = 2.90$, $p < .01$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 2.53$, $p < .05$; TPR: 安静時 vs. 妨害あり $z = -2.69$, $p < .05$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = -2.62$, $p < .05$)。これは交感神経系の賦活による攻撃準備状態を反映していると考えられる。

音声介入あり

Figure 3-5 に音声介入あり 3 群の結果を示す。音声の種類によらず, 妨害あり条件で STAXI 得点, NA 得点が安静時や妨害なし条件と比べて有意に上昇した (注意区間音声: 安静時 vs. 妨害あり STAXI: $z = 12.18$, $p < .001$, NA: $z = 10.91$, $p < .001$; 妨害なし vs. 妨害あり STAXI: $z = 12.00$, $p < .001$, NA: $z = 9.78$, $p < .001$, 高齢運転者音声: 安静時 vs. 妨害あり STAXI: $z = 14.28$, $p < .001$, NA: $z = 9.09$, $p < .001$; 妨害なし vs. 妨害あり STAXI: $z = 13.91$, $p < .001$, NA: $z = 8.31$, $p < .001$, 間違い音声: 安静時 vs. 妨害あり STAXI: $z = 11.01$, $p < .001$, NA: $z = 10.81$, $p < .001$; 妨害なし vs. 妨害あり STAXI: $z = 10.91$, $p < .001$, NA: $z = 9.47$, $p < .001$)。すなわち, 音声介入による主観的な怒りの抑制効果は検出されなかった。

心血管反応は, 注意区間音声群で, 妨害時に介入なし群で生じた SV, HR の上昇及び TPR の低下がみられなかった (SV: 安静時 vs. 妨害あり $z = 1.84$, $p = .10$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 1.71$, $p = .17$; HR: 安静時 vs. 妨害あり $z = 0.17$, $p = .97$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = -0.31$, $p = .90$; TPR: 安静時 vs. 妨害あり $z = -1.53$, $p = .19$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = -0.62$, $p = .70$)。他方, 高齢運転者音声群では妨害時に TPR の低下と HR の上昇はみられなかったが SV は有意に上昇した (SV: 安静時 vs. 妨害あり $z = 3.26$, $p < .01$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 2.80$,

$p < .01$; HR: 安静時 vs. 妨害あり $z = 1.70, p = .14$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 1.24, p = .31$; TPR: 安静時 vs. 妨害あり $z = -1.94, p = .08$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = -1.70, p = .13$). 道違い音声群では, SV の有意な上昇と TPR の有意な低下がみられた (SV: 安静時 vs. 妨害あり $z = 1.84, p = .10$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 1.71, p = .13$; HR: 安静時 vs. 妨害あり $z = 1.56, p = .18$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = 0.54, p = .76$; TPR: 安静時 vs. 妨害あり $z = -1.53, p = .13$, 妨害なし vs. 妨害あり $z = -0.62, p = .70$). したがって, 注意区間音声の介入は進路妨害によって生じた生理的な攻撃準備状態を抑制したといえる。

4. 考察

本研究では, 実験参加者が DS で運転中に, 他車による進路妨害 (割り込み, 低速走行) に遭遇させた。結果, 主観的な怒りが誘発され, SV, HR が上昇, TPR が低下した。これは代謝要求のために, 交感神経系の賦活で心臓血管系にアドレナリンが作用した結果と考えられる (Malmejac, 1964) したがって, 進路妨害による心血管反応パターンは怒りに伴う攻撃準備を反映し, 怒りのバイオマーカーとして利用できることが示唆された。そして, 妨害中の SV, HR の上昇, TPR の低下は道注意を呼びかける音声の妨害直後の介入で抑制された。しかし, 高齢運転者音声の介入は HR の増加と TPR の低下のみを抑制, 道違い音声は HR の増加のみを抑制し, 注意区間音声に比べて限定された抑制効果だった。進路妨害による生理的な攻撃状態の抑制には, 道路環境に注意を逸らす気晴らしが効果的であると示唆された。しかし, いずれの介入でも主観的な怒りは抑制されなかった。怒りは攻撃性の高まりと不快感の二つの成分で構築されることが示されている (Kubo et al., 2012)。怒りの抑制手法を検討した研究でも, 心血管反応や脳活動に反映される攻撃性の高まりが抑制されたが, 主観的な怒りは抑制されなかった (Harmon-Jones & Peterson, 2009; Kubo et al., 2012)。気晴らしの抑制効果は持続しない指摘からも (金谷・川合, 2025), 主観的な怒りを鎮める効果は注意区間音声の介入には無かったと考えられる。今後は音声内容を工夫するなど, 実用化に向けてより効果的な抑制手法の開発が求められる。

文献

Adsett, C. A., Schottstadt, W. W., & Wolf, S. G. (1962). Changes in coronary blood flow and other hemodynamic indicators induced

- by stressful interviews. *Psychosomatic Medicine*, 24, 331-336.
- Denson, T. F., Grisham, J. R., & Moulds, M. L. (2011). Cognitive reappraisal increases heart rate variability in response to an anger provocation. *Motivation and Emotion*, 35(1), 14-22.
- Fernandez, X., Meunier-Salaun, M., & Mormede, P. (1994). Agonistic behavior, plasma stress hormones, and metabolites in response to dyadic encounters in domestic pigs: Interrelationships and effect of dominance status. *Physiology & Behavior*, 56(5), 841-847.
- Harmon-Jones, E., & Peterson, C. (2009). Supine body position reduces neural response to anger evocation. *Psychological Science*, 20(10), 1209-1210.
- Jeon, M., Walker, B. N., & Gable, T. M. (2015). The effects of social interactions with in-vehicle agents on a driver's anger level, driving performance, situation awareness, and perceived workload. *Applied Ergonomics*, 50, 185-199.
- 金谷 悠太・川合 伸幸 (2025). 怒りの制御方略に関する研究動向と展望——実験研究を対象とした検討——. *心理学研究*, 96(2), 116-136.
- 川合 伸幸 (印刷中). アンガーコントロール 科学的根拠のある怒りの対処法. ナツメ社.
- 川合 伸幸 (2017). 科学の知恵——怒りを鎮める うまく謝る——. 講談社.
- 木村 慧一・川合 伸幸 (2024). ドライビングゲームを用いた他者の進路妨害による運転中の怒り誘発法の検討. *日本完成工学会論文誌*, 23(3), 161-167.
- 久保 賢太・賀 洪深・川合 伸幸 (2014). 怒り状態の心理・生理反応. *心理学評論*, 57(1), 27-44.
- Kubo, K., Okanoya, K., & Kawai, N. (2012). Apology isn't good enough: An apology suppresses an approach motivation but not the physiological and psychological anger. *Plos One*, 7(3), e33006.
- Malmejac, J. (1964). Activity of the adrenal medulla and its regulation. *Physiological Reviews*, 44(2), 186-218.
- Morrison, S. F. (2001). Differential control of sympathetic outflow. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 281(3), R683-R698.
- 内閣府 (2025). 令和 7 年度版交通安全白書.
- 佐藤 徳・安田 朝子 (2001). 日本語版 PANAS の作成. *性格心理学研究*, 9(2), 138-139.
- Sinha, R., Lovaglio, W. R., & Parsons, O. A. (1992). Cardiovascular differentiation of emotions. *Psychosomatic Medicine*, 54, 422-435.
- 鈴木 平・春木 豊 (1994). 怒りと循環器系疾患の関連性の検討. *健康心理学研究*, 1-13.
- 矢武 陽子 (2019). 日本におけるあおり運転の事例調査——先行研究のレビュー結果を踏まえて——. *IATTS Review*, 43, 197-204.