

ランダムなリズムへの順応がパタン知覚および運動出力に及ぼす影響

1205083 西村 朱子 【 知覚認知脳情報研究室 】

Effects of adaptation to random rhythm on temporal pattern perception and motion control

1205083 NISHIMURA, Akane 【 Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab. 】

1 はじめに

空間的なパタンランダムネス残効では、先行刺激のランダムネスに依存して後続するパタンの知覚が変容することが報告されている [1]。また我々は、聴覚における時間的なパタンにおいても同様の負の残効がみられることを示した [2]。一方で、こうした入力系である知覚と出力系である運動は互いに作用する関係にあり、外部情報をもとに形成された知覚表象によって運動が制御されていると考えられるが、ランダムパタンによる知覚順応が運動出力に及ぼす影響については明らかではない。そこで実験 1 では、ランダムな時間パタンの聴覚順応刺激を提示した後に、規則的なタッピングを行う課題を課すことで、時間パタンによる順応効果が運動出力に与える影響について検討した。実験 2 では、知覚順応における聴覚/視覚の違いが運動出力に与える影響について検討した。また、ランダムなリズムへの順応後の運動出力時における、主観的な身体知覚の変容を検討するため、タッピング時の自己操作感についても検討した。

2 実験 1

2.1 被験者と装置

被験者は、実験に支障をきたさない聴力を有する大学生および大学院生 15 名（男性 9 名、女性 6 名）であった。刺激の生成・制御および被験者の反応の取得には MATLAB+Psychtoolbox を使用した。タッピング課題での入力装置としてゲーミング用のキーボードを使用した。実験中は聴覚刺激をイヤホンを通して両耳に提示し、その上からイヤーマフを装着することでタッピングによる聴覚フィードバックを与えないようにした。

2.2 刺激

実験 1 では、1000 Hz、50 ms の純音による規則的もしくはランダムな時間パタンの聴覚刺激を用いた。先行刺激が規則的なコンスタント条件の刺激間隔 (ISI) は 200 ms で固定とし、低ランダム条件および高ランダム条件の ISI はそれぞれ 150-250 ms、100-300 ms の範囲で変動した。これらの ISI を各純音間に挟むことでコンスタントあるいはランダムな時間パターンをもつ刺激とした。

2.3 手続き

被験者が開始キーを押すと、聴覚刺激パタンが 7500 ms 提示され、その間、先行刺激を聴くのみ（聴覚のみ条件）か先行刺激に合わせてタッピング（タッピング条件）を行った。その後、一定の時間間隔になるように 15 回のタッピング課題を行った。タッピングの間隔の指標として 4 Hz (BPM=240) の聴覚刺激を練習試行の前に提示し、タッピング課題ではこのテンポで、利き手の人差し指でタッピングすることを教示した。また、実験中は提示された聴覚刺激以外の影響を排除するために、カウントしたり、身体の一部を動かしたり、規則的なタッピングをするためにリズムを細かく刻んだりしないように教示した。

実験条件は先行刺激に合わせたタッピング（あり/なし）×ランダムネス（コンスタント/低ランダム/高ランダム）の計 6 条件とし、各条件につき 16 試行ずつ、ランダムな順に計 96 試行を行った。本試行の前には練習試行を 24 試行を行った。

2.4 結果と考察

計測したタッピング 15 回分のうち、分散の大きい最初の 5 回分および一般に制御可能なタッピングのタイミングを逸脱したものと $\pm 2SD$ の範囲外のデータは除外し、残りのデータの分散値をタッピングの規則性の指標とした。図 1 に条件ごとの分散値を示す。対応あり 2 要因分散分析の結果、先行刺激に合わせたタッピングあり/なしの主効果は有意ではなかったが ($F(1,14)=1.45$, $p=.25$, $\eta_G^2=0.004$)、刺激のランダムネスの主効果が有意であり ($F(2,28)=5.40$, $p<.05$, $\eta_G^2=0.10$)、正の残効が見られた。この結果により、先行刺激提示中にタッピングをせず、ランダムなパターンを知覚するのみでも運動出力は大きな分散値となることが示された。運動出力では、知覚の残効とは異なり正の残効が見られたが、これは規則的なパターンを事前に聴くと、規則的なタッピングに応用できるリズム表象が形成され、適切な運動出力が可能になったためと考えられる。一方で、ランダムなパターンを事前に聴くと、規則的なパターン出力に応用できない、もしくは妨害するリズム表象が形成され、ランダムな運動出力となったと考えられる。

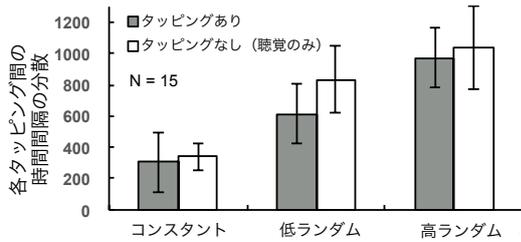


図 1 条件ごとのタッピングの分散値

3 実験 2

3.1 被験者と装置

被験者は、実験に支障をきたさない聴覚および視力（矯正視力）を有する大学生および大学院生 14 名（男性 7 名，女性 7 名）であった。実験 1 の装置に加えて、視覚刺激の提示には CRT ディスプレイ（リフレッシュレート 75 Hz）を使用し、顎台により視距離を固定した。

3.2 刺激

実験 2 で提示した刺激は視覚または聴覚刺激であり、聴覚刺激は実験 1 と同様の刺激を用いた。視覚刺激の条件においても、コンスタント条件，低ランダム条件，高ランダム条件の 3 水準を設定した。コンスタント条件の ISI は 200 ms，低ランダム条件と高ランダム条件の ISI はそれぞれ 160-253 ms，93-307 ms の範囲で変動し、これらの ISI を円形の視覚刺激の間に挟むことでランダムな時間パターンをもつ刺激とした。

3.3 手続き

刺激提示前に視覚条件では画面中央に注視点を提示し、聴覚条件ではピープ音を提示することで、被験者には事前にどちらの条件かを知らせた。この他は実験 1 の手続きと同様であった。

実験条件は感覚情報（聴覚/視覚）× 先行刺激に合わせたタッピング（あり/なし）× ランダムネス（コンスタント/低ランダム/高ランダム）の計 12 条件とし、各条件につき 16 試行ずつ、ランダムな順に計 192 試行を行った。また本試行の前には練習試行を 48 試行を行った。本試行終了後、各条件の刺激を 1 試行分ずつ提示し実験中のタッピングの自己操作感について 7 件法で回答した。

3.4 結果と考察

タッピング課題から得られたデータについて実験 1 と同様の解析を行った結果、対応あり 3 要因分散分析において、いずれの条件間においても有意差は認められなかった。これは視覚条件ではランダム条件のタッピングの分散値が、コンスタント条件と同程度に低かったことに起因すると考えられる。ランダムネス条件に依存しない運動出力が、規則的なリズムの知覚表象を形成し、かつ試行をまたいで影響を与えたため聴覚条件においても刺激のランダムネスの違いによる差が見られなくなった可能性がある。さらに、被験者 14 人中 6 名は実験 1 にも参加しており、規則的な出力の練習効果があったことも考えられる。

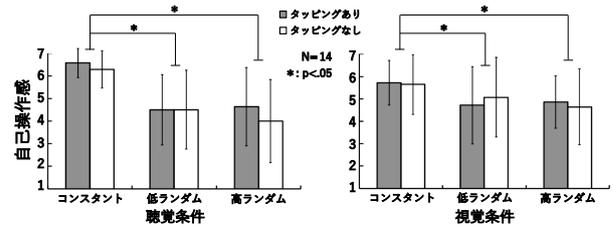


図 2 各条件毎の自己操作感の主観評価値（1: 自己操作感が小さい，7:自己操作感が大きい）

タッピング課題時の自己操作感を主観評価したデータについては、各条件ごとに平均値を算出した。その結果を図 2 に示す。対応あり 3 要因分散分析の結果、ランダムネスの主効果 ($F(2,26)=27.89, p<.001, \eta_G^2=0.19$)，感覚情報とランダムネスの交互作用が有意であった ($F(2,26)=7.82, p<.01, \eta_G^2=0.04$)。多重比較の結果、コンスタント条件と低ランダム条件間、コンスタント条件と高ランダム条件間に有意な差が認められ ($p<.05$)，交互作用があることから、先行刺激のコンスタント/ランダムの効果が聴覚/視覚で異なることが示された。このことにより、タッピングの直前に刺激を提示するだけでも自己操作感が低下することが示された。さらに、各条件間で自己操作感とタッピングのランダムネスの間で相関分析を行った。その結果、視覚刺激-タッピングあり-高ランダム条件で弱い相関が認められたが ($r=0.54, p<.05$)，その他の条件では有意な相関が認められず、先行刺激のランダムネスに依存して規則的なタッピングの自己操作感は有意に低下するものの、それが実際のタッピングのランダムネスに影響を及ぼしているわけではないことが示唆された。

4 まとめ

本研究では、ランダムネスの異なる聴覚または視覚刺激を提示した後、規則的なリズムのタッピング課題を課すことで、知覚順応の運動制御への影響を検討した。その結果、聴覚順応下の実験 1 では、出力パターンに正の残効がみられた。このことより、先行刺激のランダムネスが規則的な運動出力に利用されるリズム表象の形成に影響を及ぼし、かつこの影響は順応時に出力を伴わなくても生じることが示された。視覚および聴覚による実験 2 では、有意な順応の効果は認められなかったが、聴覚/視覚条件ともにコンスタント/ランダム条件間に自己操作感の違いが見られた。このことより、刺激のコンスタント/ランダムによる違いは自己操作感に影響を及ぼすことが示された。

参考文献

- [1] Yamada, Y., Kawabe, T., Miyazaki, M. Pattern randomness aftereffect. Scientific Reports. 2013, Vol.3, No.2906, p.1-8
- [2] 西村朱子, 繁樹博昭. ランダムなリズムへの順応が時間パターン知覚および運動出力に及ぼす影響. 基礎心理学研究. 2018, Vol.36, No.2 (大会発表要旨)