

中山人間科学振興財団
2025 年度研究助成 活動報告書

グルーヴ感の起源：身体でリズムとることが
音楽知覚に与える機能的意義

大阪大学大学院 人間科学研究科
基礎心理学研究分野 助教 石田 海

背景

音楽に合わせて身体を動かしたくなる快い感覚をグルーヴという (Etani et al., 2024; Janata et al., 2012)。グルーヴはリズムの複雑さによって変動し、リズムの複雑度が中程度でグルーヴが最大になり、複雑さが低すぎたり高すぎたりするとグルーヴは低下する

という Fig.1 のような逆 U 字関係がみられる (Stupacher et al., 2022; Witek et al., 2014)。音楽に合わせて体を動く行動 (e.g., ダンス) は文化普遍的にみられるにもかかわらず、このグルーヴが生じるメカニズムは明らかにされていなかった。

音楽知覚を、予測処理の枠組みでとらえる音楽の予測符号化モデル (predictive coding of music: PCM) モデルでは、複雑なリズムが提示されたときに、予測していないタイミングで音が鳴るときの予測誤差と、その音のオンセットがどれだけ明確に予測できるかという予測精度の組み合わせ、すなわち、精度重み付き予測誤差が大きいほど、グルーヴが強くなると説明する (Vuust et al., 2022)。特に、複雑で不確実性が高いリズムを聴いた時に、ビートに合わせて動くことで精度を高め、リズムがより予測できるようになることを期待して、動きたい感覚が生じてくると考える (Matthews et al., 2026)。このように、運動によって感覚入力を調整して予測を最適化するという能動的推論 (Friston, 2010) が一般化された現象が、音楽にあわせて体で拍を刻んでリズムをとる行為と考えるが、この説明を実証的に検討した研究はなく、実際に PCM の枠組みで能動的推論によってグルーヴが生じているかはわからない。そこで研究課題では、運動をすることで予測が精緻化されてグルーヴが強まるかを検討することで、予測処理によってグルーヴが生じるメカニズムを明らかにすることを目的とした。

研究 1：身体運動による能動的推論とグルーヴ

研究 1 では、実際に音楽のビートに合わせてタッピングをすることで、予測精度が向上してグルーヴが強まるかどうかを 2 つの実験で検討した。実験では ($N = 42$)、リズムの複雑度が低-中-高の 3 段階に操作された音楽刺激を用いて、何もせずじっとリズムを聴く非タップ条件、ビートに合わせてタップする同期しやすいオンビート条件、ビートの裏拍で同期しにくいタップをするオフビート

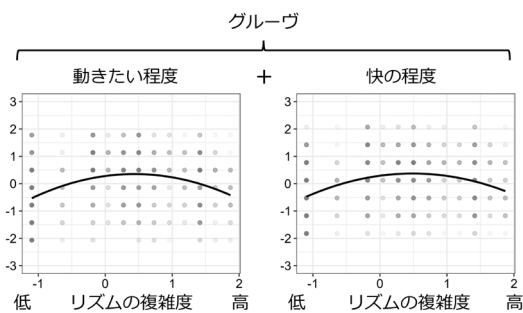


Fig.1. グルーヴとリズムの複雑度の逆 U 字関係。

条件における主観的なグルーブ評定値（動きたい程度と快の程度）を分析した。逆 U 字パターンに基づくと、高複雑のリズムのときにはノータップやノリにくいオフビート条件では評定値が低下するが、オンビート条件では拍が強調されてリズムが把握しやすくなることから、リズムの予測精度が向上し、他のタップ条件と比べて低下が抑えられると予想した。その結果、グルーブ評定値は中程度の複雑度のときに最大となる逆 U 字を示したが、高複雑度のときにはなく低複雑度のときに、オンビート条件とオフビート条件で非タップ条件よりも有意に評定値が高まった (Fig.2B)。これは、能動的推論でグルーブが強まったわけではなく、単純なリズムのときに自分から身体的に合わせようとする関与行動が退屈さを抑制したために、タップ条件でグルーブの低下が抑制されたのかもしれない。運動による予測精度の向上から予想される、高複雑度のリズムにおけるグルーブの増幅は支持されなかった。一方で、リズムを聴いている間の脳波も含めて探索的なベイズ媒介分析をすると、オンビート条件は、他のタップ条件よりもビートに対する神経同調 (steady-state auditory evoked potential: SSAEP) を強め、その神経同調が強いほど動きたい程度が強かった (Fig.2C)。さらに、オンビート条件ではオフビート条件

よりもタップ精度が高く (intertap interval の標準偏差 [SD of ITI] が小さく)、その精度が高いほど快の程度が強かった。神経的・行動的な指標からは運動による予測精度の高まりが支持され、それがグルーブを強めていた可能性が示された。まとめると、能動的推論によるグルーブの生起は直接的には支持されなかったものの、精度とグルーブの関係はみられ、完全には能動的推論の説明は棄却できなかった。

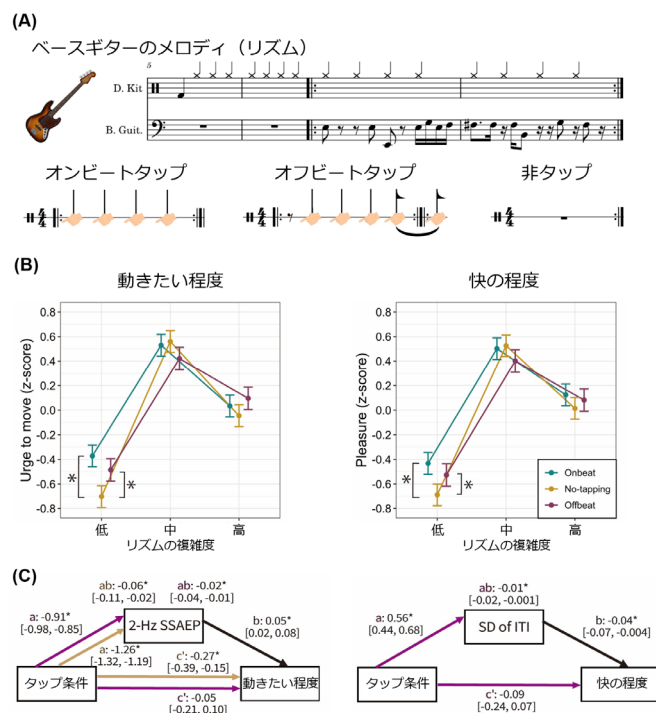


Fig.2. (A)刺激とタップ条件。(B)グルーブ評定値の結果。(C) タップ条件を独立変数、SSAEP (神経同調) や ITI の標準偏差 (タップ精度) を媒介変数、評定値を従属変数としたベイズ媒介分析の結果。数値は係数の事後中央値 (95%信用区間)。

研究 2 : 予測モデルの更新からグルーブが生じる

次に、身体運動による不確実性の減少をグルーブ生起のメカニズムとして想定する以前に、PCM が想定する前提として、予測する精度重み付き予測誤差が大きいほど実際にグルーブが強まるのかを検討した。リズムの音と音の間隔 interonset interval (IOI) を予測し、事前の予測の確率分布が、IOI の観測によって事後確率分布へとベイズ更新される計算論モデルを作成した。研究 1 で提示したリズム刺激を用いて、予測に基づく観測の Shannon サプライズを予測誤差とし、Shannon エントロピーをもとに得られた予測精度で重みづけた精度重み付き予測誤差を計算した。この情報量を予測子として、研究 1 で得られたグルーブ評定値（動きたい程度と快の程度）を線形混合モデルで回帰した。精度重み付き予測誤差はリズムの複雑度に対して逆 U 字を示し、精度重み付き予測誤差が大きいほどグルーブ評定値は有意に高くなった (Fig.3B)。しかし、精度重み付き予測誤差の逆 U 字は評定値の逆 U 字と比べて、リズムの複雑度に対するピーク的位置がずれていた (Fig.3A)。そこで、予測誤差がグルーブに影響する本質的なメカニズムとして、予測誤差によって引き起こされる予測モデル更新を仮定し、同様の計算論モデルを用いてこれを検証した。リズム予測の不確実性を減らす運動以外の手段として、予測誤差によってどれだけ学習が進むのかを反映する予測モデル更新量を計算した。その結果、モデル更新量は、精度重み付き予測誤差よりも評定値の逆 U 字に近いピークを示し、モデル更新量が大きいほどグルーブ評定値は有意に高くなった (Fig.3C)。グルーブの逆 U 字をより正確に説明できる点から、身体運動を介した不確実性の減少以前に、意外性の高いリズムから生じた予測誤差によって予測モデルの更新が起こることが、グルーブの起源である可能性が示された。

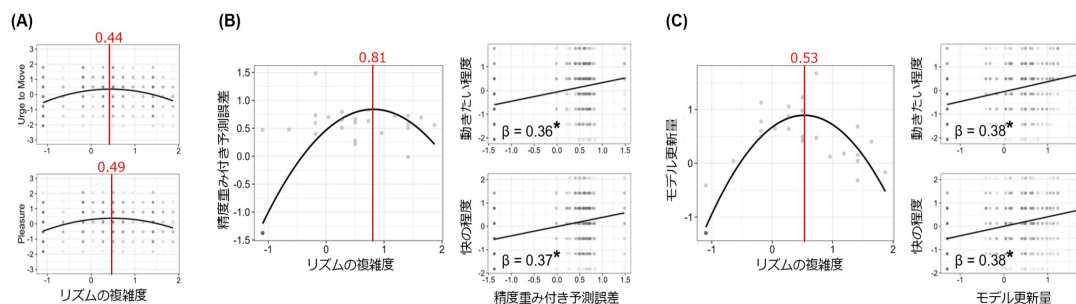


Fig.3. (A)グルーブ評定値の逆 U 字。(B)精度重み付き予測誤差の逆 U 字と、線形混合モデルを用いて精度重み付き予測誤差でグルーブ評定値を回帰した結果。(C) 予測モデル更新量の逆 U 字と、線形混合モデルを用いてモデル更新量でグルーブ評定値を回帰した結果。赤字は逆 U 時のピーク時点を示す。

研究 3: IOI の比率でリズムを符号化した場合のモデル更新とグルーヴの関係性

研究 2 の知見を再現しつつ、単旋律のメロディからより複雑なドラムのリズムを用いた場合に拡張するために、新たに Witek et al. (2014) のドラム音源を刺激として、予測モデルの更新がグルーヴを生じさせるかどうかを検討した ($N = 200$)。3つの抽象度のリズム表象, (1) 絶対値 (ある音から次の音までの IOI), (2) 比率 (現在の IOI / 直前の IOI), (3) 輪郭 (IOI の変化の方向 [増大, 減少, 同一])

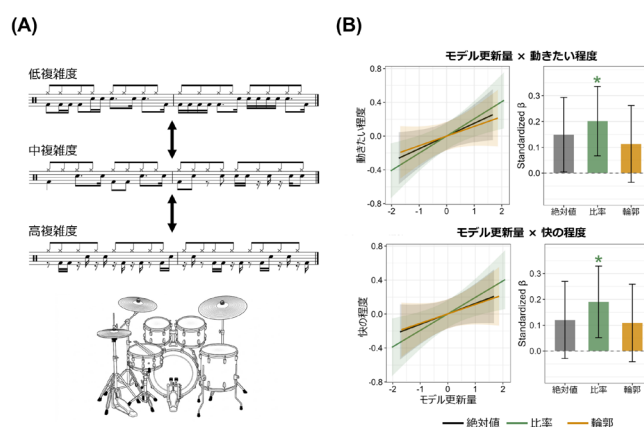


Fig.4. (A)リズムの複雑度を操作したドラム刺激の例。(B)計算論モデルで定量化された予測モデルの更新量で、グルーヴ評定値 (動きたい程度と快の程度) を回帰した結果。左のパネルは回帰直線と 95%信頼区間, 右の棒グラフは、標準化回帰係数 β を示し、エラーバーは 95%信頼区間を示す。アスタリスクは、係数が有意であることを示す。

がリズムの複雑さの主観評定に異なる強さで関連することを示されているが、予測過程において、いずれのリズム表象におけるモデル更新がグルーヴに強く影響しているのかを検討した。研究 2 と同様の計算論モデルに基づいて、各リズム表象における予測モデルの更新量を計算して、グルーヴ評定値を線形混合モデルで回帰すると、比率のモデル更新量のみが有意にグルーヴ評定値と正の関連を示した。リズム予測において、脳は直接的な時間情報よりも、前後の時間情報を比率として適度に抽象化した形で符号化しながら予測モデルを更新していることを示唆しており、それがグルーヴを生じさせる可能性がある。複雑なドラム刺激においても、予測モデルの更新量がグルーヴを生じさせることが再現された。

まとめと展望 :

研究 1 では運動の効果は予測精度の解消が必要ない単純なリズムでのみ見られ、能動的推論のメカニズムは支持されなかったが、身体運動は精度の向上に寄与しており、それはグルーヴを強めることに影響している可能性が媒介分析により示された。代わりに、研究 2 と 3 から、予測モデルの更新がグルーヴを生起されることが示された。ノリたくなる音楽とは、各所に予測誤差がちりばめられ、

予測モデルの更新が大きく起こる音楽なのかもしれない。

今後の展望として、身体運動がグルーブに影響するメカニズムは、不確実性減少の観点よりも、運動がどれだけ予測モデル更新に寄与するかという観点で説明できると考え、これを検討する脳波実験を計画中である。さらに、研究1で測定した自律神経反応（心電図や呼吸反応）や、研究3で動かしたくなった体の部位を色付けしてもらったボディマップを解析し、ノリたくなる感覚が身体全体でどのような反応として現れるのかを今後明らかにしていく。

本研究助成で支援を受けた研究成果

【査読付き論文】

Ishida, K., Etani, T., & Nittono, H. (2026). Tapping in synchrony with beat enhances groove sensation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1559(1), e70292.

【プレプリント】

Ishida, K., Etani, T., & Nittono, H. (2026). The origin of musical groove: A probabilistic updating theory. *PsyArXiv* (Preprint). https://osf.io/preprints/psyarxiv/s9ngr_v1

【国内の学会発表】

石田 海 (2026). 音楽が誘発する感情とグルーブ感における予測処理の役割 第44回日本生理心理学会・日本感情心理学会第34回合同大会(名古屋大学)(発表日2026年4月26日 合同若手シンポジウム次世代生理心×感情心クロスセッション).

石田 海・恵谷 隆英・入戸野 宏 (2026). 音楽のビートへの身体同期は神経同調を介してグルーブを強める 第44回日本生理心理学会・日本感情心理学会第34回合同大会(名古屋大学)(発表日2026年4月25日ポスター発表).

参考文献

1. Etani, T., Miura, A., Kawase, S., Fujii, S., Keller, P. E., Vuust, P., & Kudo, K. (2024). A review of psychological and neuroscientific research on musical groove. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 158, 105522.
2. Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–138.
3. Janata, P., Tomic, S. T., & Haberman, J. M. (2012). Sensorimotor coupling in music and the psychology of the groove. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 54–75.
4. Matthews, T. E., Vuust, P., & Cannon, J. (2026). An active inference model of meter perception and the urge to move to music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1556, e70129.
5. Vuust, P., Heggli, O. A., Friston, K. J., & Kringelbach, M. L. (2022). Music in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 23(5), 287–305.
6. Witek, M. A., Clarke, E. F., Wallentin, M., Kringelbach, M. L., & Vuust, P. (2014). Syncopation, body-movement and pleasure in groove music. *PLOS ONE*, 9(4), e94446.
7. Zalta, A., Large, E. W., Schön, D., & Morillon, B. (2024). Neural dynamics of predictive timing and motor engagement in music listening. *Science Advances*, 10(12), eadi2525.