

楽器演奏におけるテンポ加速現象の解明

奥屋 直己

平成 31 年 12 月 22 日

1 はじめに

音楽の演奏において、テンポを一定に保ち続けることは最も重要なことのひとつである。しかし、演奏者の意図にかかわらずにテンポ変化が生じることがあり、そのような場合の多くは、テンポが加速する方向に変化する。このような意図しないテンポ変化は、演奏者の間で「走る」という表現で共有され、だれもがよく経験する現象である。この「走る」現象は、事前に計画した表現の意識が弱まることや、合奏での演奏者間同期を妨げる要因となり、好ましくない現象とされている。この「走る」現象の原因として演奏者の間では、演奏者の心理的影響（不安や緊張、興奮など）が指摘されることが多い。しかし、いくつかの実験によると「走る」現象が起こりやすいテンポ、リズムパターンなどがあり、心理的影響以外によっても引き起こされることが報告されている。

Collyer ら [?] は、メトロノームと同期してレバーを押し、メトロノームが停止した後も同じテンポでレバー押しを継続する課題（同期継続課題:synchronization-continuation task）を用いた実験を報告している。彼は、27 種類の目標テンポ条件（タッピング間隔として、175-825 ms の範囲、テンポとして 73-343 bpm）において同期継続課題を被験者に課し、テンポが遅くなりがちなテンポ帯と速くなりがちなテンポ帯があることを見出している。これによると、タッピング間隔が 250-413 ms および 513-748 ms (80-117, 145-240 bpm) の範囲でテンポが加速しやすく、それ以外の範囲では減速しやすかったという。さらに、永島氏と阪口氏 [?] はリズムや強弱といった実際の音楽演奏に含まれるリズムパターンでの同期継続課題を用いた実験を報告している。彼らは図の 12 種類（a は統制条件）のリズムパターンにおいて、130 bpm のテンポで同期継続課題を被験者に課した。その結果、リズムパターの異なる Expt.1 では条件 c および e で安定的にテンポが減速した。アクセントパターンが異なる Expt.2 では条件 b でテンポの加速、条件 g でテンポの減速がみられ（条件 c, d でも加速傾向がみられたが、被験者のばらつきが大きかった）、リズムパターンや強弱パターンがテンポ維持に影響を及ぼすことがわかったという。このように様々なテンポやリズムパターンで同期継続課題を行ってこられた。しかし、これらの実験の多くが演奏中に「走る」現象が起こりやすいテンポやリズムパターンを見つけることを目的としており、なぜ「走る」現象が起こるのかを検証した研究は少ない。

以上のことから、本実験では「走る」現象が起こる原因を解明するために、リズムパターンとアクセントパターンを伴うタッピングの同期継続課題に対して、タッピングする手の振り上げ幅がテンポ維持特性に与える影響を実験的に検討した。具体的には、被験者に対して 5 種類のリズムパターンをそれぞれ「何も指示しない場合」「手を大きく振り上げるよう指示した場合」「手を小さく振り上げるよう指示した場合」の 3 種類の指示で 90 秒間のタッピング同期継続課題を課し、タッピング中のタッピングの強さと手の振り上げ幅を計測し、解析した。

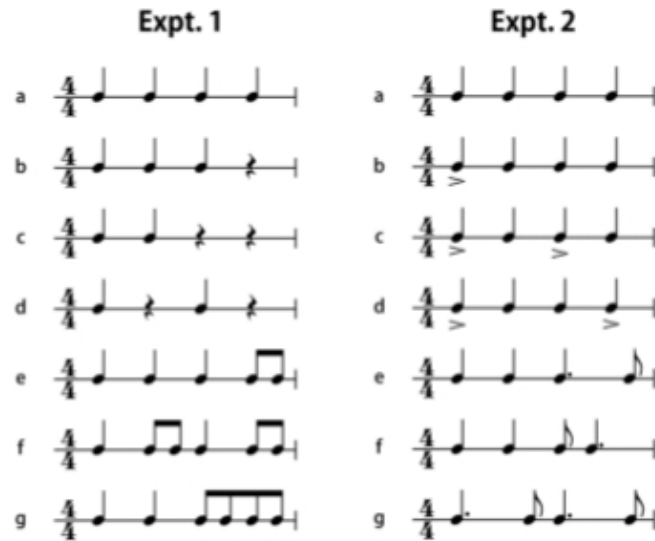


図 1: 実験で用いたリズムパターン [?].

本論文の攻勢は以下の通りである. 第 2 章では実験方法について述べ, 第 3 章では結果および考察を行う. 第 4 章では, まとめを述べる.

2 実験方法

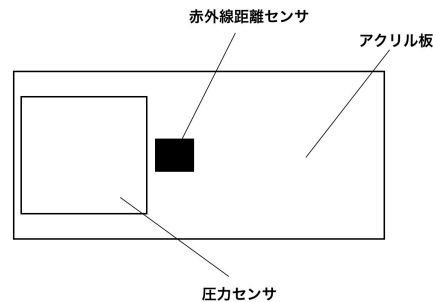
2.1 被験者

本実験には 10 名 (男性○, 女性○) の被験者が参加し. 楽器演奏経験の乏しい被験者では安定したリズムパタンの再生が困難である場合が多いため, 本実験の被験者には何らかの楽器演奏経験, あるいはダンス経験がある被験者のみを対象に行った. 被験者には謝礼として, 図書カード 1000 円分を手渡した.

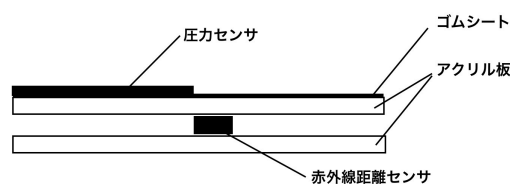
2.2 装置

被験者のタッピング動作の記録には, マイクロコンピュータ (Arduino:Arduino Uno) に圧力センサ (Interlink Electronics:FSR406) と赤外線距離センサ (STMicroelectronics:VL6180X) を組み合わせた装置を用いる (図??). 装置は上から圧力センサ, 透明なアクリル板, 赤外線距離センサの順に組み合わせた. また, 装置内部の配線などが被験者に見えてしまうと被験者の意識が装置内部の配線に向いてしまわないように, ゴムシートをアクリル板上に貼り付けた. ただし, 圧力センサ部分と赤外線距離センサの上部にはゴムシートを張り付けなかった. アクリル板が赤外線距離センサに及ぼす影響については, アクリル板がある場合とない場合で赤外線距離センサの値に違いがなかったことから赤外線距離センサがアクリル板に影響されないことを確認した. 図??はアクリル板から一定の高さの物に対し, 2 秒間記録したときの実際の高さ (x 軸:TRUE) と赤外線距離センサが示した値 (y 軸:REAL) をプロットしたグラフである. 実際の高さに対して赤外線距離センサの示した値は ± 2 mm ほどの誤差があるが 15 cm あたりまで比例関係が成り立っている. 15 cm 以上のとき, センサの値は 180 mm に収束している. しかし, 被験者のタッピング中の手の高さは最大 15

cm あたりまでだったので、赤外線距離センサが示した値を実際の距離のとして扱った。Arduino では圧力センサ、赤外線距離センサをサンプリングレート 200 Hz, 100 Hz で記録した。記録した値はシリアル通信 (2000000 bps) を使い、PC 上の processing にて作成したプログラムで受信し、csv 形式で出力した。



(a) タッピング用の装置を上から見た図.



(b) タッピング用の装置を横から見た図.

図 2: タッピング用装置. 被験者には装置の配線などが見えないようゴムシートを用いて隠した.

2.3 同期継続課題について

被験者には図??のように椅子に座った状態で、机上の高さ 9 cm の台に手首から肘方向に 16 cm の区間を乗せ、手首から先を使ってタッピング装置をタッピングするように指示した。タッピングの際の手は図??のように、

本研究では、Collyer の報告 [?] においてテンポ変化が生じにくかった 120 bpm を目標テンポに設定して目標リズム音を作成した。

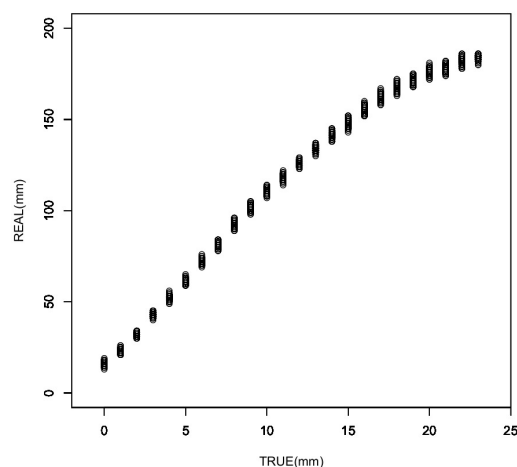


図 3: 実際の装置からの距離 (x 軸:TRUE(mm)) と装置の値 (y 軸:REAL(mm)).

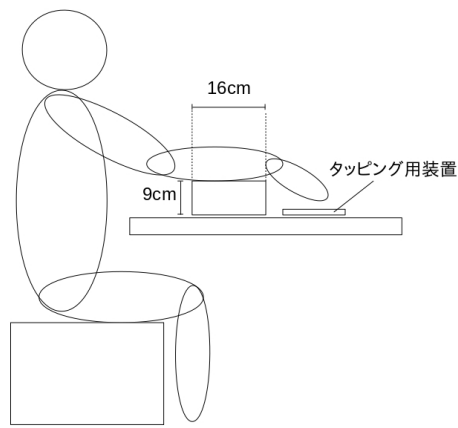


図 4: 被験者がタッピングする際の体勢. 9 cm の台に腕を置き, 手首から先を動かしタッピングを行う.

測定時, 被験者には椅子に座り, 机上のスイッチをタッピングするように指示した. タッピングをする際に使用する腕は, 被験者に左右どちらがタッピングを行いやすいか確認をとり, 被験者が選んだ腕でタッピングを行ってもらった. なお, 被験者には腕の疲労が溜まりにくいように, 高さ 7 cm のクッションを机上に設置し, 肘から手首にかけてクッションにおいてもらい, 手首を振り下ろす形でタッピングを行ってもらった.



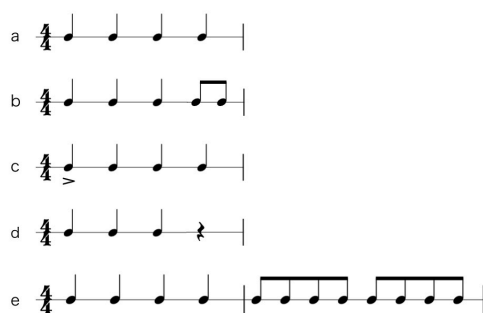
図 5: タッピング中の手の形

2.4 条件

本実験では、タッピング間隔が一定である統制条件と、2種類のリズムおよびアクセントパターンでタッピングを行う条件を設けた。条件 a は統制条件、b、c はそれぞれ永島氏と坂口氏 [?] の報告から、テンポ変化が起きなかったリズムパターンとテンポが安定的に加速したアクセントを含むリズムパターンである。

2.5 手続き

実験で使用するリズムに慣れるために、各リズムを使用した実験を行う前に、そのリズムで同期区間 8 小節、継続区間 8 小節の練習課題を課した。被験者がリズムパターンを理解し、タッピングできることを確認した後、同期区間 32 拍分、継続区間 320 拍分の本試験を行った。1 試行に要した時間は 2 分弱である。したがって、実験全体で要した時間は、準備の時間も含めておよそ 1 時間だった。



2.6 解析

本実験の結果を統計的に検証するため、第 2 から第 80 までの各小節の小節長と第 1 小節の小節長との違いを順序尺度により検定した。