

楽器演奏におけるヒト手指の運動解析

水越 真梨[†] 西川 敦^{††}

† 信州大学大学院 理工学系研究科 機械・ロボット学専攻

†† 信州大学繊維学部

1. はじめに

近年、音楽家の手指の運動制御機構を明らかにしようとした研究がなされている。本論文ではトランペット奏者の手指の独立性の観点からその運動の仕組みを明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

屈曲と伸展の繰り返し運動課題を用いて指の独立性を定量的に評価した実験方法と評価指標[1]を参考に、指の独立性を検討する。本実験は信州大学ヒトを対象とした研究に関する倫理委員会の承認を得ている。

2.1 実験システム系および実験課題

実験システムは計測対象である手指に貼るマーカ、3次元リアルタイムモーション計測システム VENUS3D (ノビテック社製)、計測用 PC から成る。被験者は、指定した指の屈曲伸展運動を実験者の指定したペース (1Hzもしくは3Hz) で繰り返す。運動を指定された指以外の指についてはなるべく初期位置から動かさないようにしてもらう。被験者は楽器未経験者、アマチュアトランペット奏者、プロトランペット奏者各 3 人ずつである。

2.2 評価指標

測定したデータは独立性指標 (Individuation index: II_j) と静止性指標 (Stationarity index: SI_i) [1] により評価する。式(1)において、 j は運動を指定された指 (示指=1, 中指=2, 環指=3, 小指=4), i は運動を指定されなかった指を表す。 S_{ij} は指定された指 j の運動時における指長の変位を横軸に、個々の指 i の指長の変位を縦軸に取り、両者をプロットした際の回帰直線の傾きを示す。ここに示す指長の変位とは、手の甲に 3 点貼ったマーカによって作られる座標系から見た、中指の MP 関節から指先端までの長さを 1 とした時の各指の MP 関節から指先端までの長さのことをいう。 n は指の数を示す ($n=4$)。 II_j の値が 1 に近いほど、指定した運動指 j は指定されなかった他の個々の指の姿勢を維持したまま独立的に運動できる状況を表す。式(2)における i と j は式(1)の場合と同様であり、 m は指の数を示す ($m=4$)。 SI_i の値が 1 に近いほど、ある指 i が、運動している他の指に対してつられることなく独立的に静止状態を保つことができる状況を表す。

$$II_j = 1 - \left[\left(\sum_{i=1}^n |S_{ij}| \right) - 1 \right] / (n-1) \quad (1)$$

$$SI_i = 1 - \left[\left(\sum_{j=1}^m |S_{ij}| \right) - 1 \right] / (m-1) \quad (2)$$

3. 実験結果

本稿では得られた SI 値について、図 1 と図 2 に掲載し、検討する。楽器経験差が SI 値に及ぼす影響について比較するために、左右の各指と運動周期ごとに 1 元配置の分散分析を実施したところ、いずれの運動周期と手指においても、楽器の経験差による SI 値の有意な差は認められなかった。また、運動周期と指の違いが II 値及び SI 値に及ぼす影響を比較するために、各グループごとに 2 元配置の分散分析を実施し、有意差が認められた場合、TukeyHSD 法を用いて多重比較を行った。その結果、プロトランペット奏者群にのみ運動周期による主効果が見られ、運動周期が大きくなると独立性が低下することが分かった。これより、熟練度の高いトランペット演奏者は演奏する際に、逆に手指をつられて動かす運動戦略を取ることを示唆している。

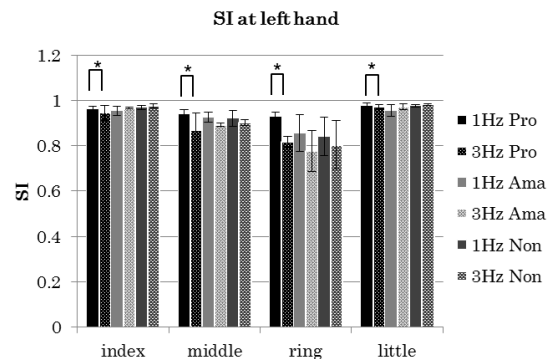


図 1 左手における各経験層、指ごとの SI 値

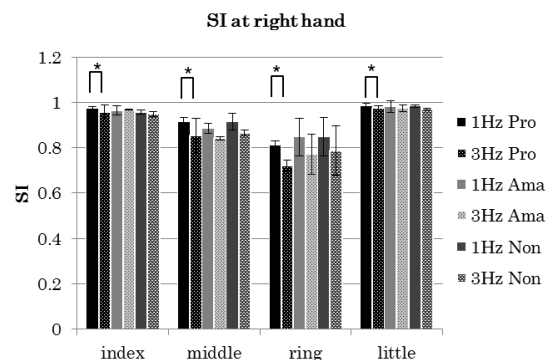


図 2 右手における各経験層、指ごとの SI 値

4. 今後の課題

楽器の経験差による SI 値に有意差が見られずあくまで傾向を示すにとどまるため、被験者を増やしたい。

参考文献

- [1] Hager-Ross and Schieber, The Journal of Neuroscience, vol.20, no.22, pp.8542-8550, 2000