

# 無理のないエレキギター高速単音ダウンピッキング奏法の習得に向けたリアルタイム運動診断システム

中島 瑛太<sup>1</sup> 有賀 皓哉<sup>1</sup> 趙 恒<sup>1</sup> 奥田 滉大<sup>1</sup> 内山 幸大<sup>1</sup> 小澤 嶺斗<sup>1</sup> 松下 宗一郎<sup>1,a)</sup>

**概要:** 小型軽量の腕時計型慣性運動センサデバイスによりエレクトリックギターにおける利き手側の演奏運動をリアルタイムにて計測・可視化する情報処理システムを製作した。ギター弦を下方へと連続して弾く高速単音ダウンピッキング奏法について、演奏運動をスムーズさと力強さを表現する運動パラメータを奏者にフィードバックすることで、身体の痛みといった演奏障害要因の解消を試みた。ここで、演奏のスムーズさを反映するパラメータとしては手首ひねり軸まわりの回転角速度と、これを時間二階微分した角躍度について、それぞれの絶対値を一定時間積算した値の比を用いることで、身体状況の変化を反映した数値が得られることが分かった。一方、力強さについては手首ひねり軸まわりの角躍度の二乗平均平方根値を用いることで、演奏のスムーズさとの両立という視点からの情報を演奏者にフィードバックしている。そして、演奏初心者であっても視認が容易となる画面表示デザインについて、グラフや数値による無機的な表現と、アバター等を用いた感性的な表現とを比較する運動診断システムを製作し、様々な技量レベルにある奏者による比較実験を実施した。

## 1. はじめに

ギターという楽器は張力を作用させた細い糸状の弦を複数本配置し、これを手指やピック (plectrum) といった器具で弾くことで音響を生じさせる撥弦楽器の1つであり、ポピュラー音楽を中心とした幅広いジャンルの楽曲にて使用されている。利き手側の手指にて保持されるピックによる撥弦 (ピッキング) が広く用いられているエレキギターの演奏では、前腕中心軸に沿った運動軸を有する親指と人差し指の運動がピッキング運動の主体をなしている [1]。一方、ヘヴィメタルといったハードな音楽ジャンルでのエレキギター演奏では、単一のギター弦を高速で下方に向かって弾き続けるオールダウンピッキングと呼ばれる技巧が用いられている。この奏法では利き手側の上下運動を高速に行いつつギター弦を強く弾く必要があり、力みのある演奏運動では腕に痛みが生じるとともに、腱鞘炎や手根管症候群 (CTS) といった負傷につながる可能性がある。ここで、Matsushita は奏者の利き手側手首に装着する慣性運動センサデバイスにより、単音高速ダウンピッキングの実施状況を数値化するシステムとその有効性を報告しているが、演奏運動のスムーズさとピッキングの力強さの関係性は明らかとはなっていない [2], [3]。

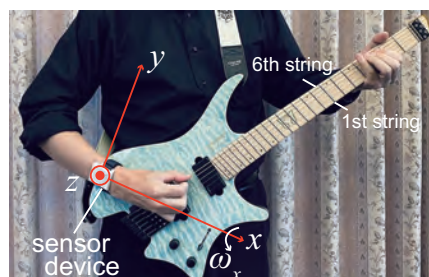


図 1 腕時計型モーションセンサデバイスによる演奏運動計測

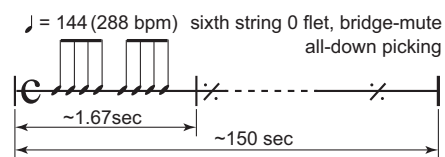


図 2 単音高速ダウンピッキングによる演奏譜面

## 2. 腕時計型モーションセンサによる運動計測

図 1 に腕時計型モーションセンサデバイスを用いたギター演奏の様子を示す。デバイスの総重量は 25 グラムと軽量であり、エレキギターの演奏運動に与える影響は極めて軽微であった。デバイスには 3 軸加速度ならびに 3 軸角速度センサが搭載されており、ピッキング時の衝撃を正確に捉えるためにサンプリング周波数を 500Hz 以上としている。また、デバイス上で手首ひねり回転軸 ( $x$  軸) まわり

<sup>1</sup> 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

<sup>a)</sup> matsushita@stf.teu.ac.jp

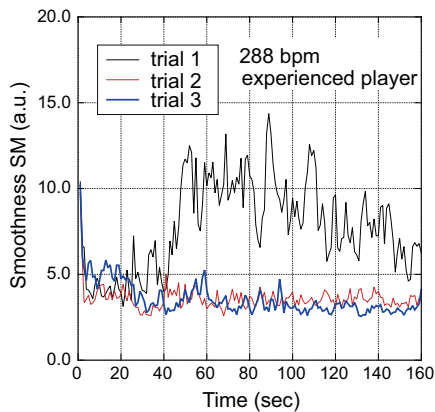


図 3 連続ダウンピッキングによる演奏運動スムーズさの変化

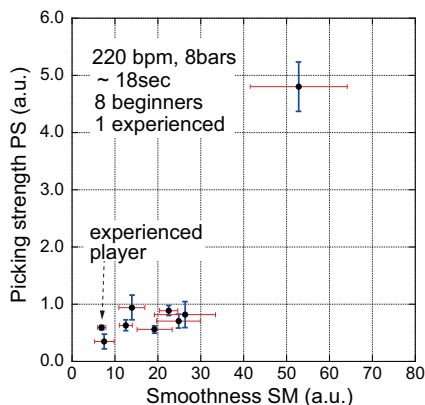


図 4 演奏スムーズさとピッキング力強さの関係

の角速度を時間二階微分した角躍度といった運動パラメータを計算し、PC等の外部デバイスへワイヤレスにて伝送することができる [1]。図 2 は単音高速ダウンピッキングによる演奏譜面例であり、ヘヴィメタル楽曲にて頻出する 6 弦 (最も太い弦) を利き手側の親指でミュートしつつ、下方に向かって連続して弾いている。

### 3. ピッキング運動の数値評価

身体運動がスムーズに行われていることを表現する方法としては、加速度や角加速度といった細かな運動の変化に応答する運動信号を速度や角速度で除する手法が報告されている [3]。ここで、単音高速ダウンピッキングでは手首ひねり軸まわりの回転運動が主体となっていることに着目し、1 秒間といった一定時間内での角躍度の絶対値積算量を角速度絶対値の平均値で除することでスムーズさ (Smoothness : SM) の表現を試みた。ピッキングの力強さ (Picking strength : PS) については、ギターから生じる音響との比較から角躍度の RMS 値を用いることとした。図 3 は高速ピッキングを習得している演奏経験者にて、ウォーミングアップなしの状態から約 150 秒間の連続ダウンピッキングを比較的高速な毎分 288 回の速度で行なった際の SM の挙動を示したものである。ここでは演奏ごとに約 10 分間の休憩を入れていたが、2 回目 (trial2) 以

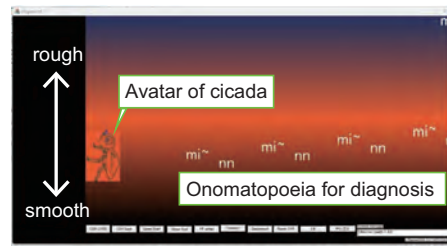


図 5 昆虫型アバターを用いた演奏運動診断画面

降では SM がほぼ一定になっていたことが分かる。このとき、PS は全ての演奏回にてほぼ一定であった。また、初回 (trial1) の演奏では開始約 1 分後に奏者が痛みの発生を報告しており、このことに呼応して運動のスムーズさが悪化していることが分かった。続いてダウンピッキング未習得者との比較を行うため、やや低速な毎分 220 回の速度にて 8 小節の演奏実験を行なった。図 4 は演奏経験者 1 名と、演奏歴 3 ヶ月以下の初学者 8 名についての SM と PS の数値分布を示したものであるが、演奏経験者がスムーズさを確保しつつ力強さを維持している様子が見て取れる。

### 4. リアルタイム演奏運動診断システム

数値として計算された演奏運動パラメータを演奏者にリアルタイムにてフィードバックするシステムの検討を行なった。予備実験の結果、数値を文字やグラフにて表示した場合、演奏運動に集中している初学者では読み取りに困難が生じることが分かった。そこで、シンプルな図画にて演奏運動の評価結果を伝える方法として、実在する昆虫といったアバターによるグラフィックス表現を考えた。図 5 は製作した PC 画面の例であるが、昆虫の鳴き声を簡素なオノマトペとして図示し、演奏練習中にピッキングの評価を昆虫の位置と擬音にて提示している。

### 5. 結論および今後の展望

本研究ではエレキギターの単音高速ダウンピッキング技巧について、運動のスムーズさとピッキングの力強さを数値化した上で演奏者に提示するシステムの開発ならびに評価を行なった。今後はその効果を検証するとともに、より幅広いギター奏法への適用を考えていきたい。

#### 参考文献

- [1] 松下宗一郎, 小松叶芽, 田村 黎, 加茂文吉: 身体運動の日常的評価に向けたパーソナルモーションキャプチャーデバイス: エレキギター演奏の運動学的診断への応用, 情報処理学会論文誌, Vol. 64, No. 6, pp. 1123-1133 (2023).
- [2] Matsushita, S.: A Wrist-worn Motion Evaluation System for Fast and Powerful Down Picking of Heavy Metal Guitar, *Proc. of ACM Int. Symp on Wearable Computers (ISWC '19)*, pp. 145-149 (2019).
- [3] Matsushita, S.: Wrist-worn Motion Diagnosis Device for Heavy Metal Guitarists, *Proc. of IEEE Global Conf, on Consumer Electronics (GCCE2019)*, pp. 651-652 (2019).