

K-030

慣性センサによるバイオリンの運弓動作指導の検討 Consideration of Teaching Bowing Motion for Violin Using Inertial Sensor

宮里 洸司[†] 大城 聖也[†] 野口 健太郎[†] 神里 志穂子[†]
Koji Miyazato Seiya Oshiro Kentaro Noguchi Shihoko Kamisato

1. はじめに

音楽や伝統芸能といった分野における技能(スキル)は、言葉で表現することが難しい。特に、身体動作のスキルは、関節の角度や筋の緊張の度合いといった粒度で、定量的にそのスキルを記述することは困難である[1]。そのため、技能を習得しようとするとき、反復練習により経験的に知ることでは学習ができないという問題がある。この問題に対して、熟練者のスキルを測定・分析し、定量的に記述するというアプローチがある[2,3]。

我々は、楽器演奏、特にバイオリン演奏の技能に着目し、音や動作の測定に基づく指導方法について検討している[4]。ここでは、図1に示すようなバイオリン指導・学習のモデルを想定している。このモデルの上で、我々は、学習者や指導者にとって目に見えない要素である演奏動作の数値的な表現や演奏された音を可視化し、視覚的にフィードバックすることで、演奏技能の習得を支援することについて検討している。

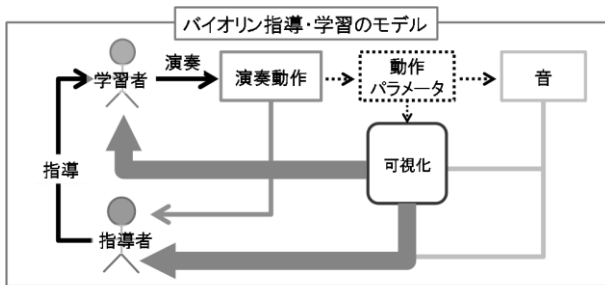


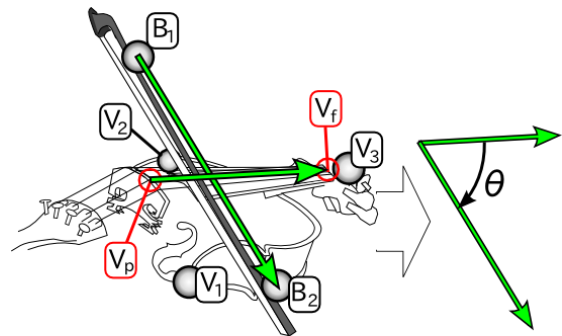
図1 バイオリン指導・学習のモデル

2. バイオリン演奏評価の方法

本稿では、バイオリン演奏スキルの中から、バイオリンの運弓動作の基本的なスキルである「弓と弦のなす角度を90°に保つ」というスキル[5]を実験・評価の対象とする。標準的な演奏状態において、弓と弦のなす角度(以降弓角度と呼称する)は常に90°であるべきだとされており、弓角度が90°から外れると耳障りな音が生じる。

本稿では、光学式モーションキャプチャを用いて弓角度の測定を行う。この弓角度の測定の方法は次の通りである。まず、図2に示す通りにバイオリンと弓に反射マーカを設置し、光学式モーションキャプチャによって各反射マーカの位置を測定する。次に、バイオリンに取り付けた3つのマーカ V_1, V_2, V_3 の座標から、弾かれている弦が固定されている弦の両端の位置 V_p (駒側) と V_f (指板側) を間接的に求める。この計算は、弦の両端の座標を、 V_1, V_2, V_3 と同時に一度測定しておくだけで可能である。最後に、ベク

トル $V_f V_p$ と $B_2 B_1$ のなす角を求め、弓と弦のなす角度 θ とする。



○: 反射マーカ
○: 間接的に計算される点

図2 弓角度測定のための
光学式モーションキャプチャマーカ位置

3. フィードバック効果検証の予備実験

本稿では、フィードバック効果を検証する実験の予備実験として、手本映像を提示する、演奏時の弓角度をフィードバックする、弓角度の変化をリアルタイムにフィードバックするという3つの異なる練習方法によって、練習期間に対する演奏スキルの向上度合いを実験により確認する。

3.1 実験条件

本実験の被験者は、バイオリンの経験の全くない18歳から21歳の者3名である。本実験では、各被験者に対して、連続する4日にわたって、異なる方法でバイオリンの練習をしてもらい、各実験日の練習の開始時と終了時に演奏の測定を行う。また、各実験日における練習は10分行う。ここで、測定対象とする演奏は、A線(下から2番目の弦)を開放弦で弾き、音を鳴らせ続けるというものである。演奏すべき音の大きさやボーイングのテンポは指定しない。

被験者全員に、よい音で演奏するならば弓と弦のなす角度を90°にするべきであるということを伝えた上で、3名の被験者A, B, Cに次に示す練習方法を割り当てる。また、図3に、練習方法による各被験者(学習者)へのフィードバックの状況を示す。

- (1) 手本映像: 被験者A
バイオリン指導者による同じ条件での演奏を記録した映像を視聴しながら練習する
- (2) 弓角度測定: 被験者B
各実験日の開始時の演奏における弓角度の測定結果を、演奏時間に対する変化としてプロットしたものを提示し、90度に近づけるためには弓をどの方向に向ければよいのかを指示する。

[†] 沖縄工業高等専門学校 情報通信システム工学科
〒905-2192 沖縄県名護市辺野古 905, TEL 0980-55-4146

(3) 慣性センサ：被験者 C

図4に示すように、弓の角速度を計測する。センサの出力はリアルタイムに被験者に提示し、出力を0に保つように弓を動かす練習をせよと指示する。

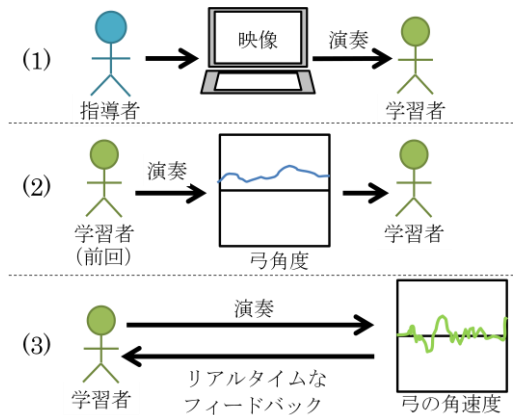


図3 各練習方法における学習者へのフィードバック

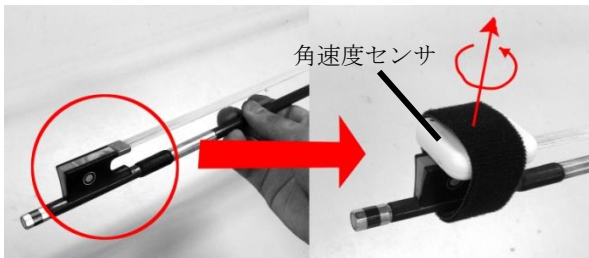


図4 角速度センサによる測定方法

3.2 実験結果

各被験者の、4日間 (Day1-Day4) の練習前後の演奏の評価を行った結果を図5および図6に示す。ここで、各プロットの横軸は、行われた演奏をその時間に沿って並べている。すなわち、1日目の練習前の演奏から始まり、4日目の練習後の演奏までを順に並べたものである。図5および図6においてデータ点の無い箇所は、被験者が演奏している間、弓を弦に触れさせ続けられていないなどの理由で、弓角度が正確に測定できなかった点である。

図5において、弓角度の平均値が最も改善された被験者は、慣性センサによるフィードバックを行った被験者Cである。また、図6において、最も大きく標準偏差が改善されたのは測定結果のフィードバックを行った被験者Bである。ただし、弓角度の標準偏差において、被験者Bは大きく改善しているが、標準偏差の値自体は被験者A、Cと同程度である。

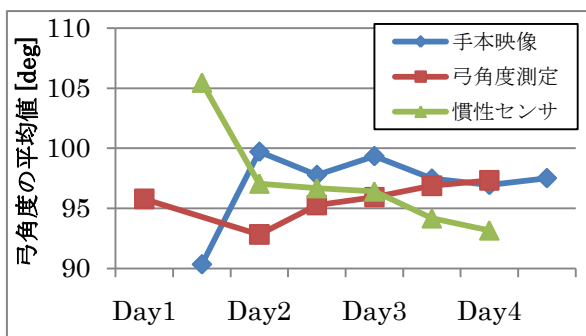


図5 各被験者の演奏の弓角度の平均値

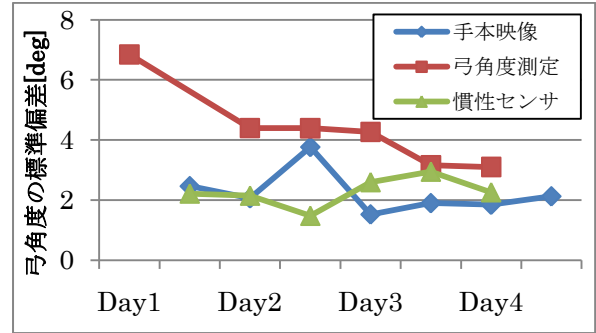


図6 各被験者の演奏の弓角度の標準偏差

4. まとめ

本稿では、バイオリン演奏の学習者に演奏内容を可視化してフィードバックすることが、学習効果を大きくするというを検証するための予備実験として、練習方法と期間に対するバイオリン演奏スキルの向上度合いを測定する実験を行った。ここで対象としたスキルは、弓角度を90度に保つというものである。検証は、4日間にわたる継続的な計測を行う実験により、従来の学習法としての手本映像の視聴と、フィードバックを与える方法を比較することで行った。その結果、フィードバックを行う2つの練習方法では、弓角度の平均値と標準偏差のどちらかにおいてスキルの習熟が見られた。しかし、それ以外の場合ではスキルの習熟は見られなかったため、習熟度の違いを定量的に比較することができていない。そのため、4日間のべ40分の練習期間では習熟の効果を測定するためには不足である。

今後は、練習期間を28日間のべ400分に延長した実験により、習熟度合いを測定し、演奏スキルの学習に対するフィードバックの効果を検証する。また、バイオリン演奏における弓の動きだけでなく、演奏された音に対する評価をフィードバックすることの効果の検証も検討していく。

謝辞

本稿の実施にあたり研究データの提供および助言等を頂いたバイオリン講師吉川絵里菜先生に感謝する。

参考文献

[1] 吉川康一, “スキルサイエンス”. 人工知能学会誌, Vol.19, No.3, pp.355-364 (2004).
 [2] 渋谷恒司, 深津紘志, 小松重紀 “バイオリン・ボーイング動作における音色表現語の右腕動作に与える影響.” バイオメカニズム学会誌, vol. 28, No. 3, pp.146-154(2004).
 [3] 吉川康一, “身体知としての弦楽器演奏のスキル,” バイオメカニズム学会誌, vol.30, no.1, pp.17-20(2006).
 [4] 宮里洸司, 野口健太郎, 神里志穂子: “バイオリン指導における弓動作と音の関係の考察”, 第24回人工知能学会全国大会 (JSAI2010), No. 1G1-2 (2010).
 [5] ハーバート・ホーン, “ヴァイオリン演奏のコツ.” 音楽の友社, (2001).