

K-054

## バイオリン指導における弓の速度と音の関係 Relationship of bow's speed and sound in violin guidance

宮里 洸司<sup>†</sup>, 野口 健太郎<sup>†</sup>, 神里 志穂子<sup>†</sup>  
Koji Miyazato Kentaro Noguchi Shihoko Kamisato

### 1. はじめに

現在、製造業現場における技能継承の現場において、言葉による継承が難しい動きのコツを、後進に効率よく如何に指導するかという取組みが多く行われている[1]。また、音楽教育の分野における楽器指導に対しても、最近ではeラーニングを活用し、指導者養成から趣味の領域まで幅広く行われている[2]。我々は、音楽の楽器指導に着目し技能継承という観点で、バイオリンの動きを解析してその指導方法を検討している[3,4]。ここでは、指導者と経験者や初心者に対して、主に弓を動かす右腕に動作をモーションキャプチャにより解析して、その差異を調べることで、また、楽器音のエンベロープに着目することで効果的な楽器指導法を検討してきた[4]。本稿では、音の周波数解析を加えて動きと音を同時に解析することで、動きと音の関係の定量化を図り、その結果から効果的な指導法を検討する。

### 2. 実験のねらいと環境

#### 2.1 実験のねらい

バイオリン演奏動作および演奏された音の関係を明らかにするために、それらを同時に計測し解析を行う。解析の着目点は、バイオリンの弓の速度および弓と弦のなす角、演奏された音のエンベロープおよび倍音成分の関係を同時に図ることにより、動きと音の関係の定量化を図る。

#### 2.2 実験環境

図1はバイオリン演奏動作の計測環境を示しており、光学式モーションキャプチャーおよび録音機を用いて計測する。光学式モーションキャプチャーで動作を追跡する点(マーカー)は、バイオリンの弓の先、バイオリン本体の

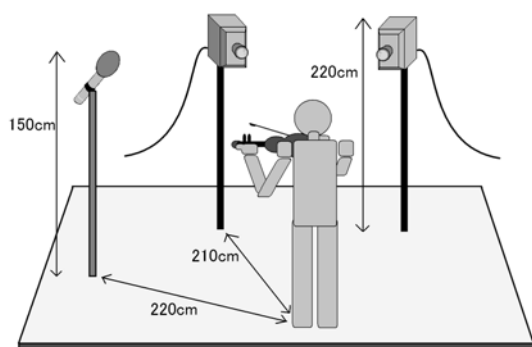


図1 動作計測の実験環境

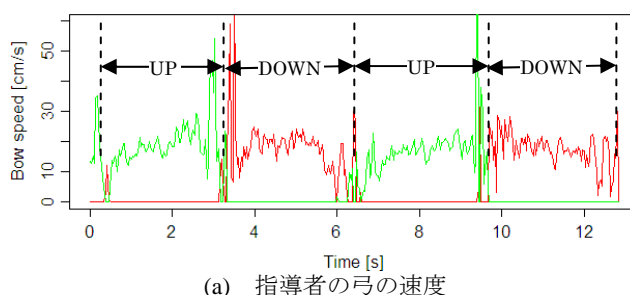
<sup>†</sup> 沖縄工業高等専門学校 Okinawa National College of Technology

弓の先および弓が通る弦の下の3カ所である。被験者はバイオリン指導歴6年の指導者と、経験年数が25年の経験者とする。計測対象とする演奏動作は、同じバイオリンを使用し、A線(手前から2番目の弦)を弾く動作であり、また左手で弦を押さえる動作は含めていない。そして、両被験者の弓の動作および音の解析結果の違いを、動作と音を関連付けて考察を与える。

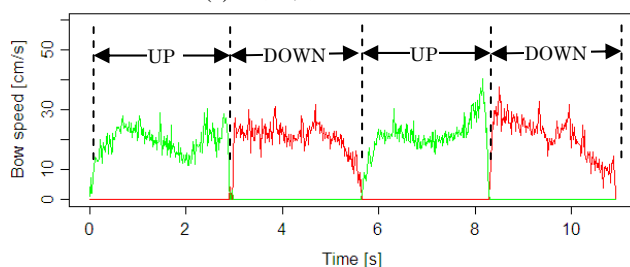
### 3. 実験結果および考察

図2は計測された両被験者の弓の速度の時間変化を示している。ここで弓の速度は、弓の先と弓が通る弦の下の距離の時間変化とし、その符号は弓が下から上に動く場合を正(UP: 緑線)、逆に上から下に動く場合を負(DOWN: 赤線)として示している。両被験者を比較すると、指導者の弓の速度が1回のUPとDOWNの切り返し部分(3s付近)で何か所かの急峻なピークが見れるが、この部分を除くと速度をほぼ維持した動きと言える。急峻なピークは、弓の切り返し速度が速いために生じたものと推測されるが、更に詳しく検討する。これに対して、経験者は、弓の切り返しで速度が零になる時間が指導者よりも長く3s付近でV字型の落ち込みが確認できる。また、この場合2回弓をUPとDOWNさせているが、指導者と比較して1回目と2回目の速度の類似性がなく、同じ動きを再現できていないと言える。

次に、図3は動作の計測と同時に録音を行って得られた音のパワーのエンベロープを示したものである。これも、指導者はほぼ周期的に変化する様子が見て取れるのに対し、経験者のものは弓の速度と同様に周期性が見られず、安定していないことがわかる。



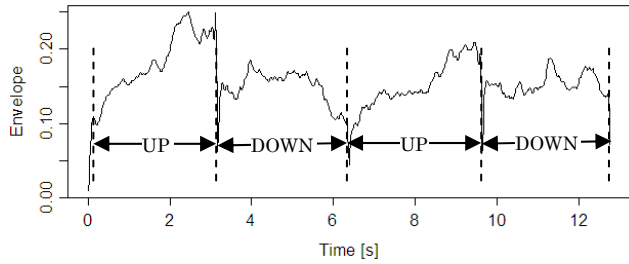
(a) 指導者の弓の速度



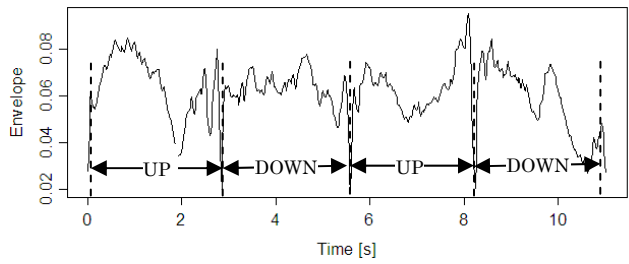
(b) 経験者の弓の速度

図2 弓の速度の比較

そして、音の大きさを表すエンベロープだけでなく、音色の変化についても比較検討するために、倍音成分に着目して解析を行った結果を図4に示す。これは、両被験者の基本周波数のパワーの時間変化を示している。これらの結果より、指導者は図3(a)で示したエンベロープの変化と同様な動きをしており、これは基本周波数成分が全体の音に対して支配的であることが示している。一方、経験者は図3(b)のエンベロープと基本周波数成分の変化が異なっており、図5で示すように高次の周波数成分が指導者と比べて大きく、音色が指導者と異なっている。同じ音を奏でる動作において、本稿で着目し

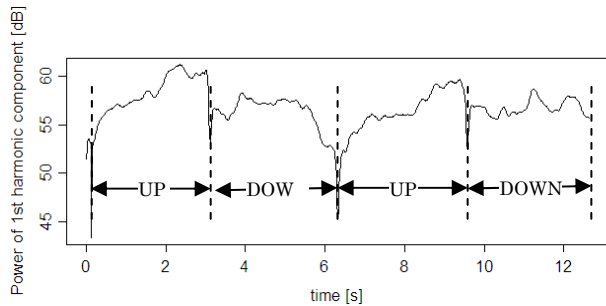


(a) 指導者のエンベロープ

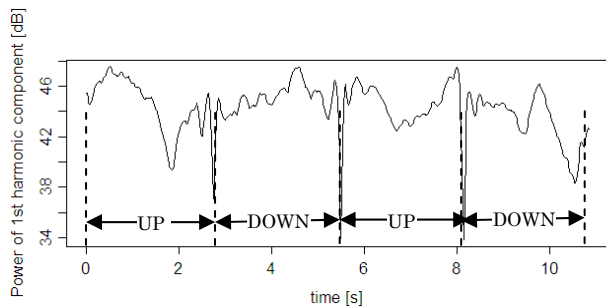


(b) 経験者のエンベロープ

図3 録音した音のエンベロープの比較



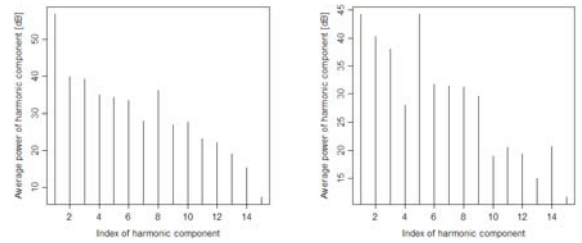
(a) 指導者の基本周波数のパワー



(b) 経験者の基本周波数のパワー

図4 録音した基本周波数のパワーの比較

ている点は弓の速度であり、この速度差が音色に変化を与えるかどうかを現在詳細に検討中である。あるいは、弓が弦を押さえる圧力や弓と弦のなす角も影響している可能性もあり、これらも考慮に入れて早急に検討する。



(a) 指導者の各倍音成分の平均強度 (b) 経験者の各倍音成分の平均強度

図5 録音の倍音構造の比較

#### 4. まとめ

本稿では、我々が行ってきたバイオリンの弓を動かす右腕の動きの解析に加えて、奏でる音の周波数解析も含めた動きと音の同時解析を行った。具体的には、指導者と経験者では弓の速度の安定度に違いが見られ、またエンベロープと基本周波数成分も同様に安定度が異なることを示した。また、同じ楽器、同じ音を奏でても、指導者と経験者の音色(倍音成分)に差が出てくることを確認した。

今後は、高次の周波数成分を詳細に解析し、それと弓の速度、あるいは弓が弦を押さえる圧力や弓と弦のなす角の影響の関係を調査する。そして、指導者と共にこの解析結果に基づく効果的な指導法を検討する。

#### 謝辞

本研究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。また、本研究の一部は、科学研究費補助金(若手研究(B), 207006556)の助成により行われた。

#### 参考文献

- [1] 岩田, "スキルの科学," 財団法人国際高等研究所発行, 2007.
- [2] 古川, "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.
- [3] 野口, 我那覇, 神里, 水野, 田所, "腕の動作解析に基づく楽器指導の検討," FIT2008, K-024, pp.569-570, 2008.
- [4] 野口, 我那覇, 神里, 水野, 田所, "腕の動作計測と音の解析による初期のバイオリン指導の検討," 信学総大, D-15-40, pp.218, 2009.