

# ハイスピード撮影によるフラジオレット奏法時の弦振動の直接可視化 highspeed imaging of string vibration in flagioletto

筑波大学・伊知地直樹, 小林研仁

University of Tsukuba, °Naoki Ichiji, Kenji Kobayashi

E-mail: s1820196@s.tsukuba.ac.jp

## 1 はじめに

バイオリンをはじめとする擦弦楽器の弦振動は、単振動ではなく三角波が包絡線上を周回するヘルムホルツ運動であることが知られている [1]。そうした運動はハイスピード撮影による直接的な観測や力学モデルによるシミュレーションによって幅広く研究されている。しかし、奏法による音色の弾きわけ等は演奏者の経験に基づいてなされており、楽曲中において音色を弾き分けるために用いられる様々な演奏手法時における振動モードの研究は不十分である。とりわけ、演奏中に用いられる様々な特殊奏法時における弦の振動モードの研究は少ない。

本研究では、fragioletto(harmonics)と呼ばれる特殊奏法を対象とした。fragioletto 奏法は、弦の中央部分を軽く指で押さえることにより、開放弦の1オクターブ高い音を出す技法である [2]。同一箇所を単純に指で強く弦を抑えた場合と生じる音の周波数は同じだが、柔らかく透明感のある音が出るとされ、多くの楽曲で用いられる。本実験では、ハイスピードカメラを用いてフラジオレット奏法時の弦の振動を直接撮影した。取得した画像から弦の時間振動を取得し、弦の振動モードの解析を行った。

## 2 実験手法

Photron fastcam Mini AX-200 を用い、262Hz に合わせたヴィオラの C 線における fragioletto 奏法時の弦振動を対象に撮影を行った。図 1(a) は撮影時のセッティングを示しており、LED 光源下においてシャッタースピード 1/90000、4000fps で動画を取得した。

## 3 結果

撮影したフラジオレット演奏時の弦振動における 1 周期分の特徴的なフレームを図 1(b) に示す。弦の形状をわかりやすくするため、横幅を 10 倍にして表示している。弦の中央部分を節とし、移送が  $\pi$  ずれたヘルムホルツ運動が生じている様子が明確に見て取れる。また、動画の各フレームにおける駒から 2 cm 地点 ( $y = 800$  pixel) における弦中央の座標を記録し図 1(c)、駒にかかる力の時間推移を見積もった。講演ではフラジオレットと通常奏法の倍音成分の比較を行う。

[1]T.D.Rossing, N.H.Fletcher,*The Physics of Musical Instruments* (Springer- Verlag 1991).

[2]B. Fiedler, j. comput. appl. math, **254** (2013)

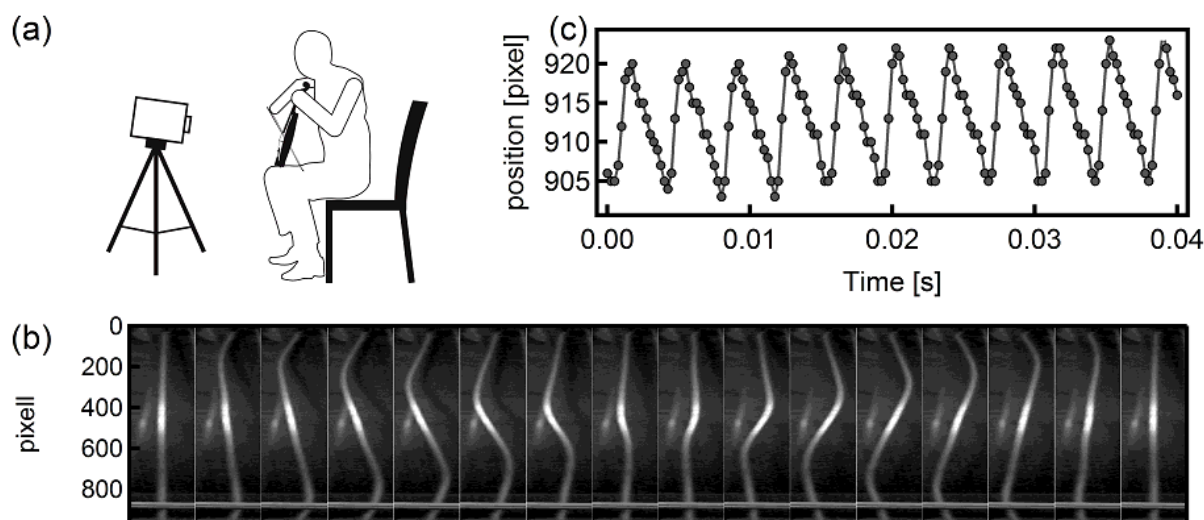


Fig 1: (a)Schematic of experimental condition. (b)Characteristic frames in high speed movie. (c)Temporal vibration of string near the ponticello