

シリカガラス製ピックの開発とエレキギター一弾弦時の音色の評価

伊藤慎一郎¹ 藤野茂²

概要: ピックを用いて弦楽器を弾弦する際、弦に直接触れるピックの材質はその音色の重要な要素である。一般的にピック素材には熱可塑性樹脂や鼈甲、木材が用いられることが多い。しかし、シリカガラス (SiO₂) を素材としたピックの音色の評価に関する報告例は皆無である。本研究では、シリカガラス製ピックを開発し、エレキギターを弾弦した際の音響情報を計測しその音色の特性を明らかにすることを目的とする。シリカガラス製ピックの作製には、所望のピック形状に直接造形が可能な鋳込み成形ならびに焼結技術を用いた。測定のため3次元切削加工機を転用した自動弾弦装置を作製し、エレキギターに張られたプレーン弦とラウンド弦の2種類の弦を弾弦、その音色を計測した。ピックの材質は、一般的なピック素材であるセルロイド製ピックとシリカガラス製ピックを比較し、それぞれに対して周波数特性、時間特性を分析した。結果、材質の違いによる音色の差分が確認された。

キーワード: シリカガラス, ピック, ギター, 音色

Development of Silica Glass Plectrum and Evaluation of the Sound of Electric Guitar using Auto-Plucking Machine

SHINICHIRO ITO^{†1} SHIGERU FUJINO^{†2}

1. はじめに

1.1 研究背景

ギターなどの撥弦楽器において、弦に直接触れるピックはその音色の重要な要素であり、撥弦に使用されるピックの材質や形状、厚みによって音色が変化することが知られている[1]。ギターにおいては、ピックの厚みにより音色が変化することが報告されている[2]。一般的にピック素材には生産性、入手性、経済的利点から熱可塑性樹脂や鼈甲、木材が用いられることが多い。ピックの素材が音色に影響することはギター演奏者の間では知られており、演奏者の理想とする音色を構成するための要素として考えられている。ギターの好ましい音色は、演奏されるジャンル (Rock, Jazz 等) や奏者の好みによって異なる。ピックの素材の選択肢が増えることはギター演奏の音色の幅を広げることに繋がり、新たな素材によるピックの開発は演奏者にとって有益である。アルミニウムなどの硬質な金属素材を使用したピックも市場で見受けられる。

しかし、シリカガラス (SiO₂) を素材としたピックの音色の評価に関する報告例は皆無である。

1.2 研究目的

本研究は、シリカガラス製ピックを開発し、エレキギターを弾弦した際の音響情報を計測しその音色の特性を明らかにすることを目的とする。シリカガラス製ピックの作製には、所望のピック形状に直接造形が可能な鋳込み成形ならびに焼結技術を用いた。また、測定のため3次元切削加工機を転用した自動弾弦装置を作製した。実験に用いたピ

ックの材質は、一般的なピック素材であるセルロイドとシリカガラスとし、それぞれに対して周波数特性、時間特性の分析を行った。本稿ではシリカガラス製ピックを用いたギターの弾弦時の音色の傾向についての一連の検討を報告する。

2. 実験装置

2.1 シリカガラス製ピック

本研究では、鋳込み成形と焼結技術を用いてシリカガラス製のピックを作成した。

高純度 SiO₂ のみからなるシリカガラスは、機械的強度、化学的耐久性、熱的安定性、光透過性特性を有し、半導体製造、フォトマスクなど光学分野での基盤材料として期待されている素材である。一方で、シリカガラスを所望の形状に成形加工するには酸素-水素ガスバーナーを用いた2600°Cの多量な熱エネルギーと複雑な加工技術が必要とされてきた。藤野[3]は、室温環境下での成形可能なシリカガラス焼結体の製造プロセスを開発している。本研究では、藤野が提案した手法を用い、ギターピックの形状に加工したシリカガラス製ピックを作製した。

2.2 自動弾弦装置

撥弦楽器の音響測定において、人間が演奏する場合、弾弦速度、弾弦位置、弾弦角度などの音色に影響を及ぼす諸パラメータを一様にするには不可能である。再現性のある弾弦のために自動弾弦装置を用いることは三線において研究事例があり、人による弾弦と比較しばらつきが少ないことが報告されている[4][5]。

¹ 京都産業大学 情報理工学部
Kyoto Sangyo University Faculty of information Science and Engineering
² 九州大学 グローバルイノベーションセンター
Kyushu University Global Innovation Center

本研究では、再現性のある弾弦を実現するため、3次元切削加工機 OriginalMind 社製 MOC900 を用いて自動弾弦装置を作成した。図1に作成した自動弾弦装置の概略図を示す。弾弦に用いるピックをアーム部に固定し、自動弾弦装置が接続されたコンピュータにて指定した速度で弾弦できるようにした。モータードライバーは OriginalMind 社製 TRA250、プログラム制御はソフトウェア USB CNC5 を用いた。

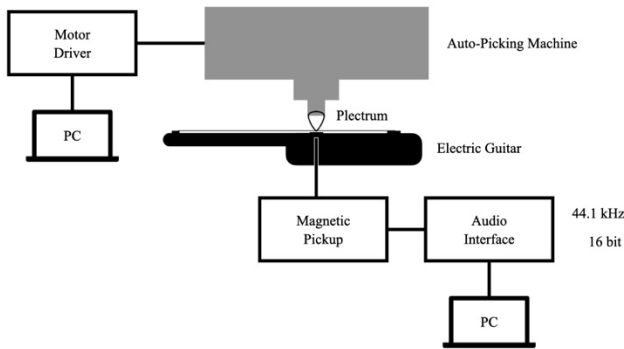


図1 自動弾弦装置の概略図

Figure 1 Schematic diagram of the auto-picking machine

3. 実験条件

実験システムを図2に示す。自動弾弦装置に設置したピックでエレキギター (Deviser 社製 Bacchus BTE-2 RSM) を弾弦、フロントピックアップからの出力信号を USB オーディオインターフェース (Solid State Logic 社製 SSL2+) を介しコンピュータ上のソフトウェア (Audacity) にて録音を行う。録音時のサンプリング周波数は 44.1kHz、量子化ビット数は 16bit とした。エレキギターの弦に一般的に使用されるプレーン弦とラウンド弦での比較を行うため、弾弦の対象はプレーン弦の第1弦 (E, 約 330Hz) とラウンド弦の第5弦 (A, 約 110Hz) の2種類とし、それ以外の弦はギターから外した状態で測定を行った。弾弦位置はフロントピックアップの中央とした。弾弦速度は 1200 mm/min とした。弾弦方向は、弾弦方向は第6弦側から第1弦側にピックを移動させ弾弦した。

ピックはセルロイド素材ティアドロップ型ピック (Fender 社製 351 シェイプ Medium) ピックとシリカガラス素材ティアドロップ型ピックを比較した (図3)。自動弾弦装置とピックはクリップ式の固定具で固定した。固定位置は、ピック上辺から 7.6mm とした。弾弦時にピックの弦へ食い込み量は、ピック先端から 3.4mm とした。



図3 ピック: シリカガラス製 (左) セルロイド製 (右)
Figure 3 Plectrum: made of silica glass (left), celluloid (right)

4. 結果と考察

記録された2種類のピックと2種類の弦でのオーディオ信号を時間波形と周波数スペクトルの観点から分析を行う。

弾弦後 11 秒間の時間波形を図4に示す。プレーン弦の第1弦 (E) について、シリカガラス製ピックは、セルロイド製ピックよりも減衰率が低く、余韻が短いことが確認できた。ラウンド弦の第5弦 (A) においては、シリカガラス製ピックは、セルロイド製ピックよりも減衰率が高く、余韻が長いことが確認される。セルロイド製ピックは、弾弦後最大振幅を記録してから急激に振幅が減衰している。シリカガラス製ピックでは、弾弦後緩やかな減衰したのち、振幅が再び増加していることが見てとれる。

この差異の要因は詳細には解析できていないが、ピックのしなり度合いがによる影響があると考えられる。弾弦時、セルロイド製ピックは目視で確認できる程度のしなりを生じるが、シリカガラス製ピックは硬くほとんどしならない。しなり度は弦の引っ張り量に影響を与え引っ張り量が時間波形への要因となっていることが考えられる。また、プレーン弦とラウンド弦における構造と弦張力の差異が影響していると考えられるが、追検討が必要である。

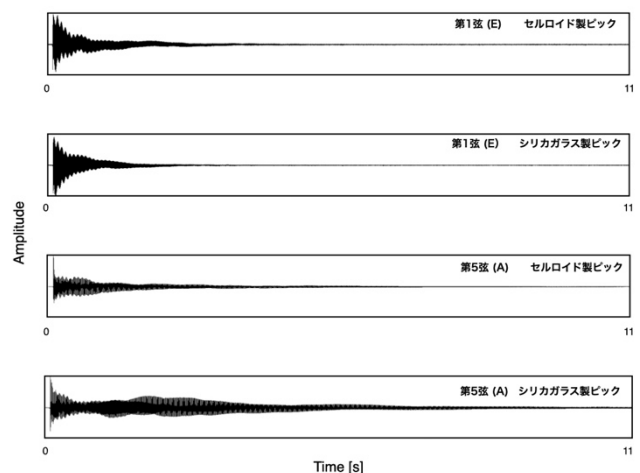


図4 弾弦後の時間波形

Figure 4 Waveforms after picking

各ピックで各弦を弾弦した際に得られた周波数スペクトルを図5に示す。用いた窓関数はハミング窓、時間窓の長さは1秒、FFT ポイントは2048とした。

ブレーン弦の第1弦(E, 約330Hz)について述べる。シリカガラス製ピックの周波数スペクトルにおいては、最大振幅は第2倍音付近の675Hz, 次に大きい振幅は第1倍音付近の337Hz, 第3位に第3倍音付近の1001Hz, 第4位に第7倍音付近の2341Hz, 第5位に第6倍音付近の2001Hzであった。セルロイド製ピックの周波数スペクトルにおいては、最大振幅は第2倍音付近の674Hz, 次に大きい振幅は第3倍音付近の1000Hz, 第3位に第5倍音付近の1663Hz, 第4位に第1倍音付近の337Hz, 第5位に第6倍音付近の2001Hzであった。

第1弦におけるシリカガラス製ピックとセルロイド製ピックの周波数スペクトルを比較する。第1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10倍音において、シリカガラス製ピックの方が振幅エネルギーは大きく、特に、第1, 7, 10倍音においてその差が顕著である。

次にラウンド弦の第5弦(A, 約110Hz)について述べる。シリカガラス製ピックの周波数スペクトルにおいては、最大振幅は第2倍音付近の226Hz, 次に大きい振幅は第1倍音付近の118Hz, 第3位に第3倍音付近の333Hz, 第4位に第6倍音付近の678Hz, 第5位に第7倍音付近の786Hzであった。セルロイド製ピックの周波数スペクトルにおいては、最大振幅は第2倍音付近の226Hz, 次に大きい振幅は第1倍音付近の118Hz, 第3位に第7倍音付近の785Hz, 第4位に第3倍音付近の333Hz, 第5位に第6倍音付近の678Hzであった。

第5弦におけるシリカガラス製ピックとセルロイド製ピックの周波数スペクトルを比較する。

第1, 2, 8, 9, 10倍音において、セルロイド製ピックの方が振幅エネルギーは大きく、第3倍音においてはシリカガラス製ピックの方が振幅エネルギーは大きいことが確認された。第4, 5, 6, 7倍音においてその差は大きくなかった。

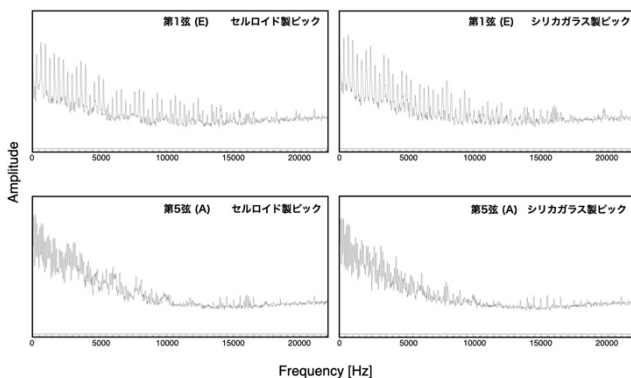


図5 周波数スペクトル
Figure 5 Frequency spectrum

5. おわりに

本研究では、シリカガラス製ピックを開発し、エレキギターを弾弦した際の音響情報を計測しその音色の特性を明らかにすることの基礎的検討を行った。

シリカガラス製ピックとセルロイド製ピックで弾弦されたエレキギターの音響特性を時間波形と周波数特性の観点から比較した。

結果、ブレーン弦においてはセルロイド製ピックの方が減衰が少なく、ラウンド弦においてはガラス製ピックのほうが減衰が少ないことが確認された。また周波数スペクトルの観点から異なる材質のピックによる倍音構成の違いが確認された。

本研究では比較対象としてピックの代表的な素材としてセルロイドを採用したが、一般的に使用されるポリアセタール、ナイロン等の素材などとの比較は今後の課題である。またシリカガラスならびに、それと類似する材質のヤング率、体積密度、ポアソン比を考慮したピックの音質の研究を進める予定である。

参考文献

- [1] 糸井川 椋, 小幡 哲史, 棚瀬 廉人. ギター演奏時における人間の撥弦動作および音情報計測. 音楽音響研究会資料. 2019 Feb 17;37(9):99-104.
- [2] Carral S, Paset M. The influence of plectrum thickness on the radiated sound of the guitar. Journal of the Acoustical Society of America. 2008 Jun;123(5):3380-.
- [3] 藤野 茂. 切削不要・微細表面構造を有する透明シリカガラス焼結体の作製. 粉体および粉末冶金. 2022 Feb 15;69(2):73-7.
- [4] 西宮康治朗, 徳田真央, 横田悠希, 長秀雄. 自動弾弦装置を用いた三線の音響計測. 音楽音響研究会資料. 2017 May 28;36(1):1-6.
- [5] 西宮康治朗. 自動撥弦装置を用いた楽器計測——沖縄の伝統弦楽器「三線」の計測——. 日本音響学会誌. 2021 Sep 1;77(9):587-94.
- [6] 西宮康治朗, 毛利愛美, 馬場麻由里, 長秀雄. 三線における弾弦方法の違いによる音色の変化の評価. 音楽音響研究会資料. 2018 Jul 21;37(4):19-24.
- [7] 大塚 皓太, 水谷 孝一, 若槻 尚斗, 海老原 格. 時間経過により劣化したギター弦の弦振動特性計測. 日本音響学会誌. 2017;73(7):401-3.
- [8] 児玉慶太, 上瀧剛. ソレノイドを用いたギター演奏ロボットの音の強弱可能な撥弦機構の開発. 研究報告音楽情報科学 (MUS). 2020 Aug 17;2020(1):1-6.