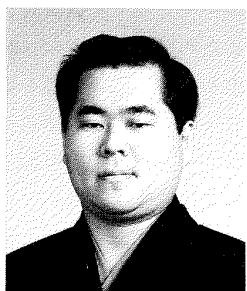


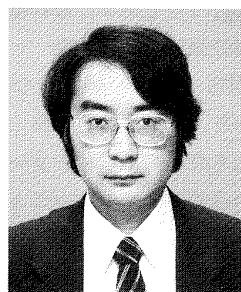
…平成3年度助成研究より…

## 三味線の胴の構造と 音響効果の解明



東京芸術大学 音楽学部  
邦楽科 助手

小島 直文



電子技術総合研究所  
主任研究官 工学博士

菊池 恒男

### 1. はじめに

三味線音は弦が撥を離れて振動を開始するとともに撥が胴皮を打つことにより音が急激に立ち上がり、時間の経過につれて減衰してゆくという特徴を持つ。このため非常に複雑な時間波形を生じている。また三味線音は楽器の材質により音色が変化する。三味線素材としては自然の動植物が多く用いられているが、環境問題あるいは価格の点からこれらの素材に取って替わる新しい素材の摸索が進められている。楽器の材質が音色に与える影響は、楽器を製作あるいは演奏する際に非常に重要になってくる。今回は材質の中で特に胴の構造に着目し解析を行った。胴は弦の振動を駒、胴皮を通じて伝えられ、強制振動することにより音を放射する。従って胴

が音色に与える影響は非常に大きい。

三味線音の解析を行うにあたって、まず第一に音色に関係するパラメータを抽出する必要がある。ところで衝撃性の音の特徴を示すパラメータとしては、衝撃音の立ち上がり時間、立ち下がり時間、ピークレベル等が知られている。しかし三味線音のような音は多くの振動モードから構成されていると考えられ、各モードが複雑に関与して一つの衝撃音が生じている。このような複雑な音を評価するためには、時間周波数平面上での音エネルギーの変化を解析することがまず必要であると考えられる。

そこで時間周波数解析法として、Short-time Fourier Transform (SFT)、ウイグナー分布<sup>(1)</sup>、ウェーブレット変換<sup>(2)</sup>の3方法を取り上げ、各解

析法の有効性について比較・検討を行った。次章で各解析法について簡単に触れる。

## 2. 各時間周波数解析法の特徴

SFTは時間窓の中心を移動させながらFFTを行う方法であり、時間周波数平面上での音エネルギーの変化を直感的に理解し易い。ウィグナー分布は時間窓の影響が少ないことや、高い時間・周波数分解能を持つ、などの特徴がある。ウェーブレット変換は時間波形に不連続性があるとその時刻が明瞭に見える。各解析法の詳細については参考文献を参照されたい<sup>(1)(2)</sup>。

## 3. 測定条件

解析に用いた音は2の解放弦で、3種類の胴(綾杉、ホリ、マル)により発音した。綾杉は胴の内側に綾杉彫りと呼ばれる模様を彫ったもので、胴内部の音の響きを良くする効果がある。ホリは胴の肉厚に変化をつけることにより、綾杉と同じ効果を狙ったものである。マルは彫りがない、肉厚は均一の胴である。奏者は熟練した演奏家(男性)である。

解析には音の立ち上がりから約20ms後までを用いた。なお今回用いた音は同一条件下でのばらつきは非常に少なく、三味線音の再現性は奏者の熟練度に依存すると言える。

## 4. 解析結果

胴の違いについては、綾杉では5~6 KHzを中心に後半まで持続するモードが見られるが(図1(a))、ホリ(図1(b))、マル(図1(c))ではこのモードは見られない。この違いはSFTを用いた場合にのみ識別可能であるが、ウィグナー分

布ではクロス項に埋もれるため検出できない(図2)。またウェーブレット変換においても周波数分解能が劣るため識別できない(図3)。

以上の結果から各方法の特徴をまとめると以下の通りになる。SFTは持続するモードを検出でき、微弱なモードでも検出可能である。一方ウィグナー分布は持続するモードを検出できるが、微弱なモードではクロス項に埋もれて検出できない場合がある。しかし時間・周波数分解能共にSFTに優る。さらにウェーブレット変換は波形が急変する部分の検出に向く。しかし周波数分解能は上記2方法に劣る。

## 5. 今後の予定

今回の解析法では時間周波数平面における音エネルギー分布の概観を知るために、濃淡分布を用いた時間周波数解析を行った。しかしモードを詳細に観察したい場合には周波数分解能を上げることが必要である。それにはSFTに着目し、窓幅を広げて周波数分解能を上げることが有効である。今後はこの解析法によって胴の特徴的なモードを抽出し、胴の構造の音響効果について検討する予定である。

## 参考文献

- 1) C.P.Janse, A.J.M.Kaiser, 'Time-Frequency Distribution of Loudspeakers: The Application of the Wigner Distribution' J.Audio Eng.Soc., Vol131, pp198-223 (1983).
- 2) J.M.Combes, A.Grossmann, Ph.Tchamitchian, 'Wavelets Time-Frequency Methods and Phase Space' Springer-Verlag (1987).

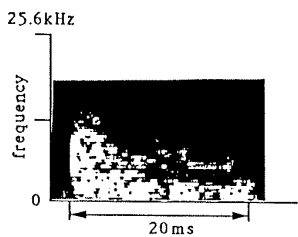


Fig.1 (a) By SFT  
(*ayasugi* sound chamber)

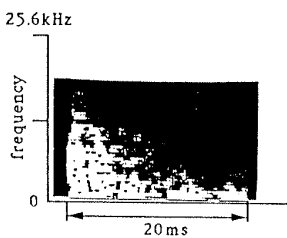


Fig.1 (b) By SFT  
(*hori* sound chamber)

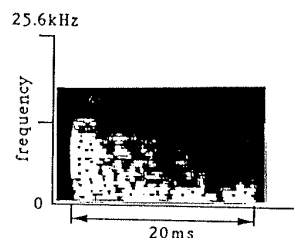


Fig.1 (c) By SFT  
(*maru* sound chamber)

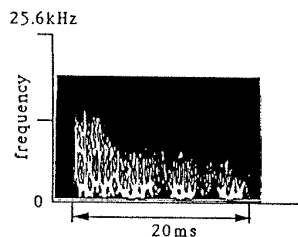


Fig.2 (a) By Wigner  
distribution  
(*ayasugi* sound chamber)

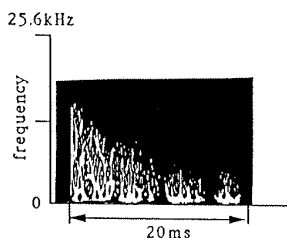


Fig.2 (b) By Wigner  
distribution  
(*hori* sound chamber)

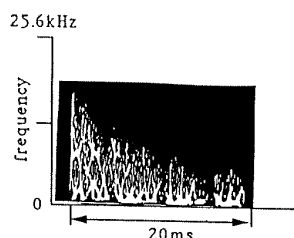


Fig.2 (c) By Wigner  
distribution  
(*maru* sound chamber)

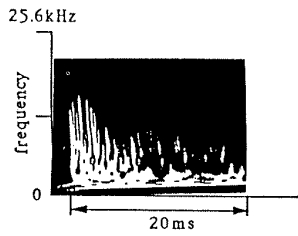


Fig.3 (a) By wavelet  
transform  
(*ayasugi* sound chamber)

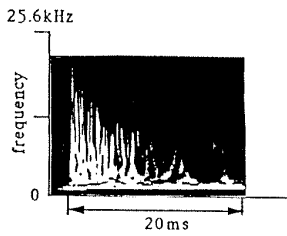


Fig.3 (b) By wavelet  
transform  
(*hori* sound chamber)

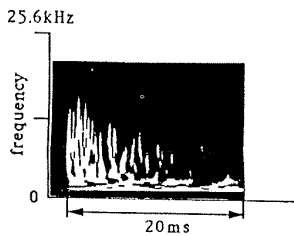
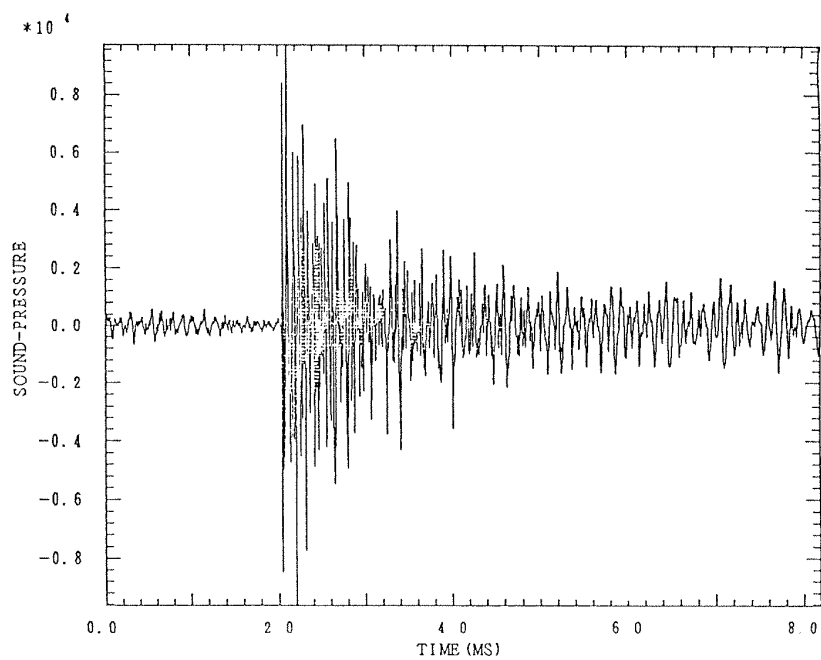


Fig.3 (c) By wavelet  
transform  
(*maru* sound chamber)



(参考) 三味線音時間波形の一例