

# 超音波を含むシンバル音\*

## — 生音と再生音との比較 —

西村 明、小泉 宣夫 (東京情報大)

### 1. はじめに

前報 [1] において、超音波を含んだシンバル音の周波数分析や放射特性の簡単な分析を行った。本デモンストレーションでは、シンバル音を超音波帯域まで収録した音と、生の音との簡単な比較試聴を行い、楽器音と電気音響記録再生系 (いわゆるオーディオ機器) の評価について、議論を深めることを目的とする。

### 2. 背景

#### 2.1 オーディオと超音波知覚

DVD-Audio, SACD などの新世代オーディオ規格では、可聴帯域より高い周波数の超音波帯域 (20kHz 以上) を記録し再生できることが特徴のひとつである。これらの新世代オーディオ規格に対するメーカーの宣伝文句としてしばしば、“原音により忠実な記録と再生” といった表現が用いられる一方で、超音波がもたらすヒトの知覚や認知そして感性への影響について、統一的な見解はいまだ得られていない [2]。そして、従来の超音波知覚に関する研究 (例えば [3]) では、収録された音楽を音刺激として用いて議論が行われているため、超音波を含む“生の音”の知覚に関する知見はいまだ非常に少ない。

よって、超音波知覚に関する新たな検証として、超音波を含む“生の音”と、マイク、録音再生媒体、増幅器、スピーカという電気音響系を通じた“収録された音”との知覚の違いを調べることがも有意義であろう [4]。

#### 2.2 超音波を含むシンバル音

超音波を含んでいる楽器音については、実測結果 [5] がいくつか示されているが、“生の演奏音”と“収録された演奏音”とを比較試聴し、その違いを明らかにする、という目的のためには、楽器音に対していくつかの条件が考えられる。まず、繰り返し試聴を行うためには、演奏音に

再現性が容易に確保できる必要がある。また、聴取者の判断を助けるためには、ある程度その楽器音に親しんでいることが必要であろう。このような条件を満たす楽器音として、シンバル音が妥当であると我々は考えた。シンバルは、クラシックからロックまで、大衆音楽において非常に使用頻度が高い楽器であり、その形状や演奏法によって音色が変わるとはいえ、一般的な聴取者は、その生の演奏音と収録された演奏音の両方に親しんでいると言えよう。

このような理由により、我々は、前報 [1] においてシンバル音を様々な収録条件にて録音した。収録に用いたシンバルは、Zildjian 製、A.Custom Crash Thin 16inch モデルであり、その直径は実測で 411mm、エッジでの厚みは、約 0.5mm である。材質は公表されていない。録音は無響室内で行い、使用機材は Table.1 に示した。

Table 1. Apparatuses for recording.

apparatus	model	notes
Microphone	B&K 4191 x 2	1/2inch, 2Hz ~ 40kHz
Pre amp.	B&K 2669 x 2	
Charge amp.	B&K 5935	
A/D converter	SEK'D Prodif96	16bit, fs=96kHz

前報における分析を一部紹介する。Fig.1 に打撃時を 0 s として、スペクトルの時間変化を 1/3 オクターブ分析したものを示した。この時のマイクロホンはシンバルの真上 25cm に置いている。この図より、シンバル音の超音波成分は、打撃から約 1 秒までの間にほぼ無くなってしまふことが分かる。つまり、超音波が直接シンバル音に影響しているのは、打撃から僅かな時間だけであると考えられる。これに対して、側方にマイクロホンを置いた場合や、マイクロホン距離を真上 50cm に遠ざけた場合に、超音波のレベルが最大で 18dB 程度上昇することが明らかになっている [1]。

\* Cymbal sounds which contain supersonic waves — Comparison of natural sounds and reproduced sounds —

By Akira Nishimura, Nobuo Koizumi (Tokyo University of Information Sciences)

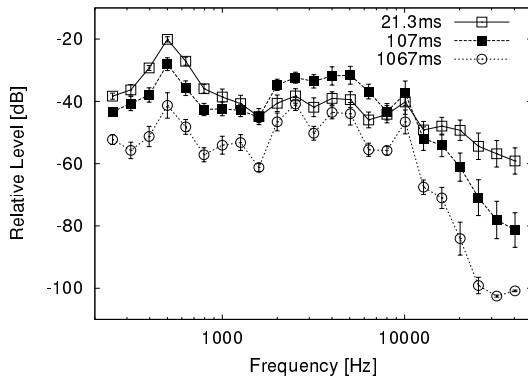


Fig. 1. Average power spectra of each time segment. Error bars show  $\pm 1$  standard deviation.

### 2.3 楽器音を用いた高品位記録再生系の評価

超音波も含む高品位記録再生系の評価の一側面として、原音(生音)の忠実記録再生を挙げるならば、超音波を含む楽器音、例えばシンバル打撃音を題材とした、忠実記録再生の主観的な評価を、その指標のひとつとして挙げる事ができるであろう。

もっとも、シンバル打撃音の音質を左右するのは、超音波の存在よりも、可聴帯域が重要であることは言うまでもない。さらに、特定の楽器音を忠実に再生できたからといって、一般的な音楽聴取においても良好な音質が実現されることも限らない。

これらを加味したとしても、他の電気音響系より相対的に歪みの大きいラウドスピーカを常に用いて、かつ、既存の音楽ソフトを用いた時点で、何が“本来の音”かという基準のなくなってしまう状態で電気音響系の主観的な音質評価を行うような従来の手法に加えて、“生の音”というはっきりとした基準の下で、電気音響系による音質変化を主観的に捉えるというアプローチも、高品位記録再生の評価として、今後検討していくべきだと我々は考える。

### 3. デモンストレーション

先に述べたような目的のための比較聴取実験は、物理条件をある程度厳密に制御できる音場、例えば無響室で行うことが望ましいが、マクロな部屋の音響特性も含んだ上での音の違いを知ることが有意義かも知れない。

### 3.1 生音と再生音

試聴用スピーカは、高域再生限界を 90kHz としているが、実際の特徴はもちろんフラットでない。そこで、200Hz~40kHz の帯域で振幅と位相特性がフラットになるよう、2048 タップの FIR フィルタによる補正を行った。ここでは、

- 生音
- スピーカ特性補正 なし 再生音
- スピーカ特性補正 あり 再生音

を聴いて頂く。

### 3.2 超音波の有無

スピーカに超音波帯域の信号が入力されると、可聴帯域に歪成分の生じることが示されている [6]。よって、従来から行われているスピーカ入力信号における超音波の有無による音質の変化を調べる実験において、超音波のみの知覚への影響を調べるためには、そのような歪みが生じないような超音波再生が行われているかどうかを検証しておく必要がある。ここでは、

- 1つのスピーカシステムより全帯域を再生
- 2つのスピーカシステムにて可聴帯域と超音波帯域を分担して再生
- 1つのスピーカシステムより可聴帯域のみを再生

を聴いて頂く。

### 参考文献

- [1] 西村明, 小泉宣夫, “超音波を含んだシンバル音の指向特性,” 音楽音響研究会資料, MA-2001-11, 17-23 (2001).
- [2] 吉川昭吉郎, “20kHz を超える音の聴こえにまつわる話題,” 日本音響学会誌, 57, 263-264 (2001).
- [3] 大橋力, 他, “ハイパーソニック・エフェクト可聴域上限をこえる高周波の生理的・心理的効果について,” 電子情報通信学会技術研究報告, HDA00-2, 8-15 (2000).
- [4] 大賀寿郎, “次世代オーディオシステムに関する一考察,” 電子情報通信学会技術研究報告, HDA00-10, 8-13 (2000).
- [5] 佐伯多門, 早川富士男, 仲田剛, 原宏造, “次世代オーディオ再生に関する 2~3 の測定結果,” 電子情報通信学会技術研究報告, HDA00-3, 26-35 (2000).
- [6] 蘆原郁, 桐生昭吾, “周波数帯域の拡張に伴うスピーカの非線形歪の増加,” 日本音響学会誌, 56, 549-555 (2000).