

**ハイレゾ時代の良い音**  
**- 今、オーディオ機器に求められるもの -**  
 日本オーディオ協会諮問委員  
 小谷野 進司

### 1.はじめに

日本オーディオ協会は、オーディオの進化を目指し、次世代のオーディオとして2014年6月に“日本発・世界初”の「ハイレゾリューション・オーディオ（サウンド）」を提言した。同年12月には米国のコンシューマーテクノロジー・アソシエーション（CTA：旧CEA）とパートナーシップ契約を取り交わし世界規模での普及を目指すことになった。しかし、普及が進むに従い、「ハイレゾ＝良い音」として、高音質化の条件と単純化する風潮が散見されるようになり協会として改めて「良い音」の条件を議論することとなった。以下に良い音員会でまとめた答申内容に関して解説する。

### 2.Hi-Fiの先駆者

1930年代から50年代にかけて、オーディオ技術は大きく進展した。その中で、大きな貢献をした科学者の一人にHarvey Frecher博士がいる。博士は、聴覚の研究に功績を残し、フレッチャー・マンソンカーブは聴覚のラウドネス特性を表すものとして、最近まで使われていた。さらに、ベル研究所時代には、ステレオの伝送実験を行い、再生帯域50～15,000Hz、ボリュームレンジ120dBを実現した。加えて、博士は、正確な聴覚実験をするにあたり、低歪で高性能な再生機器の必要性を求めている。

オーディオ機器の進歩に貢献したもう一人の人物としてHarry Olson博士も重要な人物である。RCAにて、放送局のスタンダードとなったPB-31マイクロホンの開発をはじめとして、スピーカやカートリッジ、磁気録音など現在のオーディオ機器の基礎を築いた。「Acoustical Engineering and Dynamical analogies」はオーディオ技術者のバイブル的存在となっている。

これらの先駆的な研究者により、現在のHi-Fi機器の礎が築かれたといってもよいだろう。



Harvey Frecher



Harry Olson

<http://abc.eznettools.net/byhigh/History/Fletcher/DrHarvey.html>

<http://www.engineering.uiowa.edu/alumni-friends/honor-wall/distinguished-engineering-alumni-academy-members/dr-harry-folson>

### 3.ハイレゾへの流れ

Hi-Fi 再生の追及は、音楽を記録するメディアの進歩の歴史でもある。SP レコードに始まる、音楽の記録再生は LP レコードの発明により長時間、高音質の記録を可能とし、1950 年代には、ステレオ LP が音場の再現も含めたよりリアルな再生を実現した。1980 年代に入り、デジタル技術の進歩とともに、CD が登場し、アナログに比べて、高 S/N、高ダイナミックレンジ、そして扱いの簡便さを音質の劣化を伴わずに実現できた。これにより、多くの人々が、手軽に高音質の機器を手にすることが可能となった。その後、1990 年中ごろには、DVD が登場し、オーディオにおいても、それまでの CD フォーマット (44.1kHz サンプルング、16bit 量子化)

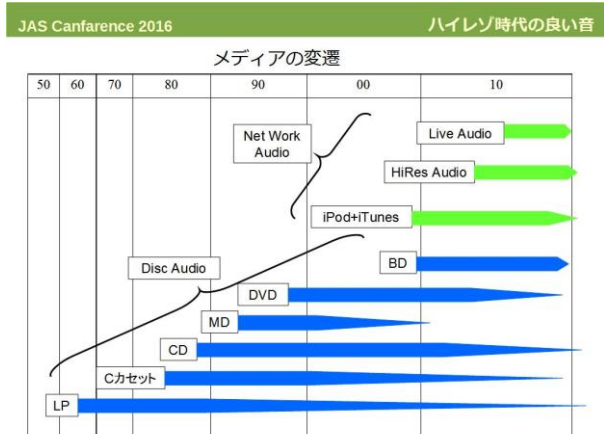


図1 メディアの変遷

を上回り、192kHz/24bit での記録を可能とした。これとは異なるフォーマットとして、1bit/2.8MHz の

SACD も同時に登場し、高音質メディアとしての普及を目指したが、大きな市場に発展することはなかった。

2000 年になると、インターネットを通じた通信環境の高速大容量化に伴い、音楽の提供もパッケージからダウンロードによる提供へと移っていった。iTunes は新たな音楽提供サービスとして大きく普及し、それまでのパッケージメディアにとって代わる存在となっていった。しかし、提供される音源は、ファイル容量を抑えるために圧縮された音源であり、制作時点の音源とは異なるものであった。音源製作者の中からも、元の音質での提供を望む声が大きくなり、2005 年ごろから、一部でスタジオクオリティとなるハイビット、ハイサンプルングで提供する試みが始まったが、再生できる環境は限られたものだった。2010 年になると、これらの音源を再生できる機器が多くのメーカーから提供されるようになり、ハイレゾ時代の幕が開けることとなった。

オーディオ協会は、2014 年にハイレゾリューション・オーディオ（サウンド）を提唱し、業界としてハイレゾを普及推進していくことを表明した。

### 4.「良い音の条件」答申に向けて

ハイレゾの普及に伴い「ハイレゾ=良い音」と単純に解釈する風潮が一部で見られ、良い音とは何かについて改めて議論する必要性が出てきた。オーディオ協会では、良い音に関する議論を進めるため「良い音委員会」を設置し、ハイレゾ時代の良い音とは何かについて議論を深めた。

良い音の定義は主観的な要素も含まれ、基本的な考え方として次のようにした。

①ハイレゾリューション・オーディオ（サウンド）、は良い音追求のための環境整備である。

②ハイレゾリューション・オーディオ（サウンド）と、良い音の定義は別次元である。

とした。

具体的な活動としては、

①「良い音の条件」を検討提起

②「良い音」検証のための「音源作りと研究」

を行っていく。

このような活動を基に、答申の骨子として、主観的な要因が大きい芸術性及び聴取者の嗜好性を除き

- 1) 再生機器に求められる物理的特性の要件
  - 2) 物理的特性と聴感との対応を明らかにできる測定法の実現
  - 3) 聴感との対応を明らかにする上での確かな評価ができる人材の育成
- を追求することが良い音の具現化に必要な要素であるとした。

これらの議論を進めるにあたり、Olson 博士が1972年に著した「Modern Sound Reproduction」に記された以下の定義を基に、ハイレゾ時代に相応しい定義とは何かについて議論、実験を進めた。

To achieve realism in a sound-reproduction system, four fundamental condition must be satisfied, as follows:

1. The frequency range must be such as to include without frequency discrimination all of the audible components of the various sounds to be reproduced.
2. The volume range must be such as to permit noiseless and distortionless reproduction of entire range of intensity associated with the sounds.
3. The reverberation characteristics of the original sound should be approximated in the reproduced sounds.
4. The spatial sound pattern of the original sound should be preserved in the reproduction sounds.

#### 5. 良い音の条件答申内容

10回に渡る委員会を開催し、次の5項目からなる答申にまとめた。

- (1) 音源に含まれる可聴周波数成分は、再生システムの全てを通して再生されること。
  - (2) 音源の信号レベル全てに渡り、再生音量範囲で十分な直線性を確保し、ノイズや歪の発生がないこと。
  - (3) 音源の臨場感や音像定位などの空間情報は、的確に再現されること。
- 前記3項目の達成を確実にするため、以下を推進することを求める。
- a) より聴感に則した測定法を追求し、機器を評価するための測定データの開示を推進すること。
  - b) 音の評価者を育成するための、システムの構築を推進すること。

各項目の解説を含めた内容を以下に記す。

#### 5-1. 音源に含まれる可聴周波数成分は、再生システムの全てを通して再生されること。

音声の収録、記録フォーマットは広帯域な信号を記録することが可能となっている。より正確な情報伝達という観点では、音信号に含まれる周波数成分は忠実に伝送、再生される必要がある。一方、必要以上の広帯域再生は、混変調歪によるビートダウンの影響や可聴帯域外ノイズなどの問題があり、再生系の歪の低減や品質の維持を図り、聴覚的な影響を考慮し広帯域化を実現することを追求する。

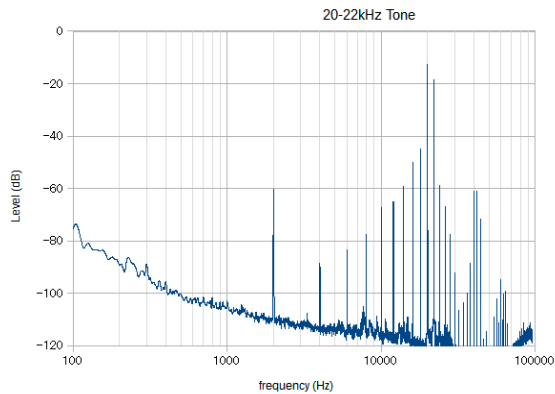


図2 差周波数歪の発生例

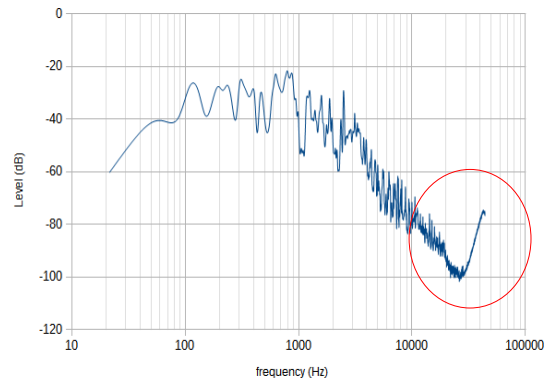


図3 可聴帯域外のノイズ例

低音再生はオーディオ再生技術の中でも重要な課題である。忠実な低音再生を実現するためには、スピーカに対して物理的な大きさが必要であり、再生環境の影響も大きい。小型スピーカシステムでも聴感上音楽性を損なわない低音再生技術を追求する。

**5-2.音源の信号レベル全てに渡り、再生音量範囲で十分な直線性を確保し、ノイズや歪の発生がないこと。**

オーディオ再生システムに於いて、特にエレクトロニクス系では高調波歪のレベルは極めて小さい状態にある。しかし、最終的な音の出口であるスピーカでは、必ずしも満足できる状態にはない。スピーカの歪には高調波歪に加えて、混変調歪やドップラー歪等、発音原理に由来する歪がある。これらの歪が聴感的にどのように影響しているか明らかにすると共に、低減する技術を追求する。さらに、スピーカでは振動や放射音に起因する二次音源によるS/N感や歪感の劣化を伴う場合もあり、これらを低減するための形状、材質、構造開発を追求する。

デジタル信号処理系では、A/D、D/A コンバータの構成による音質への影響や量子化歪によるS/N感の変化、演算処理過程に於ける信号の劣化、ジッタの影響等が指摘されており、さらなる技術的な検討を追求する。

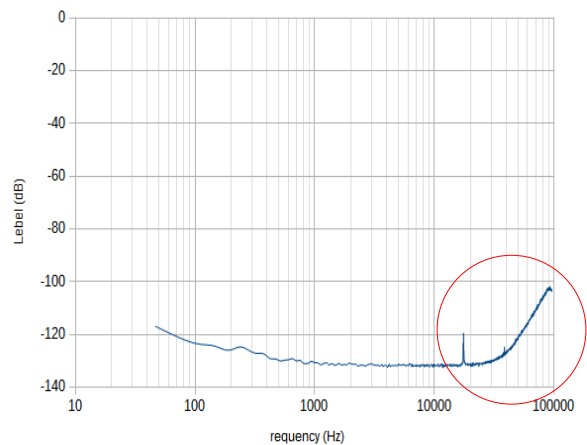


図4 DAC ノイズ特性例

**5-3.音源の臨場感や音像定位などの空間情報は、的確に再現されること。**

オーディオ再生における方向性の一つに、あたかも演奏の場にいるような、あるいはその音源がある空間に居るような臨場感を再現することが上げられる。よりリアルな臨場感を実現するために、演奏空間の反射音や残響音、音の定位や音像の大きさ、遠近感等の空間情報を的確に再現することが必要である。

的確な空間再現を実現するために、スピーカの音圧特性、指向特性、位相特性や微弱な信号の

再現性などの基本的な特性を改善していくと共に、多チャンネル再生やバーチャル再生による実音場を模した再生方式を追求する。加えて、室内音場の影響や聴覚心理的な知見を明らかにし、より豊かな空間再現のための技術的な手法を追求していく。

上記3項目を実現するために、次の2項目の実施を求める。

#### 5-4. より聴感に則した測定法を追求し、機器を評価するための測定データの開示を推進すること。

測定能力の向上は、測定信号の多様な解析手法を実現できる可能性を高めている。オーディオ機器に於ける音の判断には、主観的な要因も働き、現状の測定データのみで全てを評価することは困難である。新たな測定、解析技術を研究開発することにより、より聴感に対応した測定結果を得る手法の実現を追求する。加えて、前記の要求条件を満足する機器を提供する側には、その性能を評価するための基本的な測定データの開示を求める。

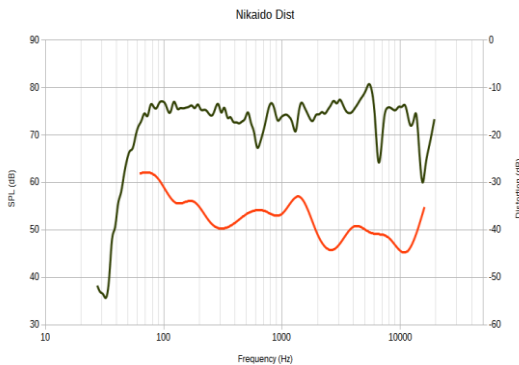


図5 二階堂歪の測定例

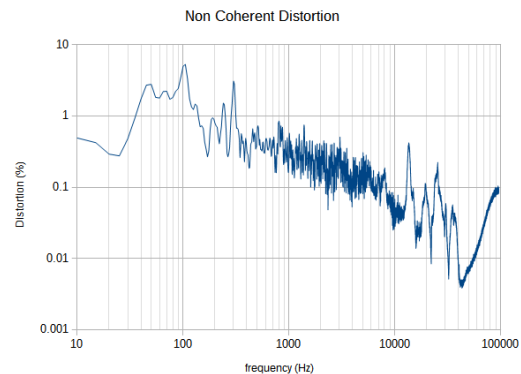


図6 Non Coherent Distortion 測定例

#### 5-5. 音の評価者を育成するための、システムの構築を推進すること。

超広帯域、高ダイナミックレンジな記録再生が可能となり、その音質を含む品質について判断する必要性が求められている。音響機器の設計において、特に音質設計の場では、経験やメーカーの思想等により、それぞれの音の評価が行われているが、音に対する判断能力を向上させるために、体系的な、訓練、評価システムを構築し、評価者の能力を信頼するに足ることを明確にしていくことを求める。

#### 6. 更なる良い音に向けて

オーディオは感性と技術との融合によって成り立つ分野である。良い音を実現するためには、オーディオ機器の基礎的な技術が必要であり、性能を評価するための測定解析法や技術を具現化するための製造、加工技術、そして、デバイスや材料など広い分野の知識が求められる。良い音、求める音はこれに加えて、設計者の感性が大きな要素を持つこととなる。このように科学と技術と感性があって初めて成り立つのがオーディオの世界であり、そこに様々な音の楽しみが生まれて来る。この楽しみ（果実）を多くの人々に提供できるよう、オーディオ関係者には更なる技術開発を進めていくことを期待したい。

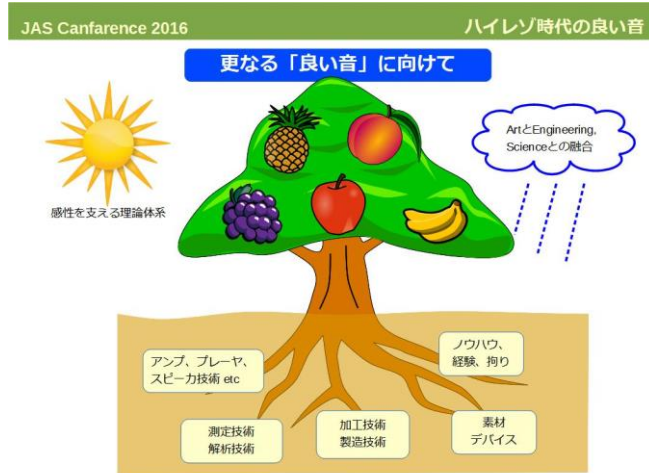
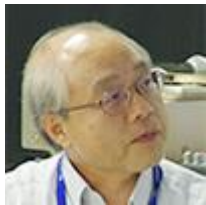


図7 良い音に向けて

参考文献

- 1.Modern Sound Reproduction : H.F.Olson 著, Van Nostrand Reinhold (1972)
- 2.超広帯域オーディオの計測：蘆原 郁編著,コロナ社(2011)
- 3.高音用スピーカ歪の発生要因の検討：小谷野進司 PIONEER R&D Vol.13 No.2 (2003)
- 4.音質劣化要因「コムフィルター効果」他の改善について：穴澤健明, JAS Journal Vol.55 No.6 (2015)
- 5.音情報のデジタル化の半世紀：穴澤健明 NATURE INTERFACE, No.65,Dec.2015

プロフィール



小谷野進司

1952年12月生まれ

1975年 東京電機大学電子工学科卒

同年 パイオニア(株)入社、スピーカ設計、開発、音響信号処理の研究などに従事

2013年 パイオニア退社

現 KOYANO Sound lab.代表

AES 会員、日本音響学会会員、日本オーディオ協会諮問委員