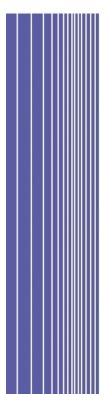


平成29年3月1日発行 通巻445号 発行 日本オーディオ協会

2017

Vol.57 No.2

3



- O "新たな市場創造のための展示会"「OTOTEN 2017」とは 会長 校條 亮治
- O 【2016 年カンファレンス特集】
  - ・ハイレゾ時代における測定技術 -測定と聴感との一致に向けて<抜粋>-

Steve Temme

- ・変わりつつあるテレビとハイレゾ配信=その展望と今後
- ·8Kスーパーハイビジョン試験放送における音声方式

大久保 洋幸

遠藤 真

・国際標準 MPEG-4 ALS によるハイレゾ音源ロスレス伝送

鎌本 優、守谷 健弘、原田 登

・ハイレゾストリーミングサービス「PrimeSeat」を支える技術

大石 耕史、冨米野 孝徳

O ケルン・トーンマイスターコンベンションと、

ドイツでのラジオ中継や教育の現状

長江 和哉

O 2017 CES ハイエンドオーディオレポート

春井 正徳

○ 音との付き合い 70 年~ (その 4) アイワ時代

中島 平太郎

O 【連載:「試聴室探訪記」第32回】~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~ ・録音エンジニアのゆりかご 東京藝術大学千住キャンパススタジオ訪問

谷口 とものり・森 芳久

O HS-LINK Ver.2 について

陰山 大

〇 フォスター電機のスピーカーユニット

照井 和彦 JAS 事務局長

- O 【JAS インフォメーション】
  - ·第5回(2月度)理事会報告·運営会議報告



一般祖団法人





2017 Vol.57 No.2 (3 月号)

発行人:校條 亮治

一般社団法人 日本オーディオ協会 〒108-0074 東京都港区高輪 3·4·13

電話:03-3448-1206 FAX:03-3448-1207 Internet URL http://www.jas-audio.or.jp

## CONTENTS

"新たな市場が造のための展示会"「OTOTEN 2017」とは 会長 校條 亮治 P3【2016 年カンファレンス特集】

・ハイレゾ時代における測定技術・測定と聴感との一致に向けて・Steve Temme P8

·変わりつつあるテレビとハイレン配信=その展望と今後 遠藤 真 P14

・8K スーパーハイビジョン試験放送における音声方式 大久保 洋幸 P24

・国際票準MPEG-4ALSによるハイレン音源ロスレス伝送

鎌本優守谷健弘原田登 P27

・ハイレゾストリーミングサービス「PrimeSeat」を支える技術

大石耕史、富米野孝徳 P34

・ケルン・トーンマイスターコンベンションと、ドイツでのラジオ中継や教育の現状

長江和哉 P44

·2017 CES ハイエンドオーディオレポート

春井 正徳 P55

・音との付き合い70年~(その4)アイワ時代

中島 平太郎 P67

【連載:「試聴室探訪記」第32回】 ~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~

・録音エンジニアのゆりかご 東京藝術大学千住キャンパススタジオ訪問

谷口 とものり:森 芳久 P80

· HS-LINK Ver.2 について

陰山大 P86

・フォスター電機のスピーカーユニット

照井和彦 JAS事務局長 P89

【JAS インフォメーション】

·第5回 2月度) 理事会報告·運営会議報告

P96

## 3月号をお届けするにあたって

今年は寒暖が繰り返し、なかなか春を実感できませんでしたが、ようやく桜の便りも聞こえてきたようです。本号ではまず 5 月に開催予定の新生「音展」について、校條会長からのご挨拶をお伝えいたします。特集は昨秋に行われた JAS カンファレンスです。当日ご登壇いただいた方々より、最新のオーディオ伝送技術の進歩等について、大変興味深い記事を複数寄稿いただきました。

昨年「欧州におけるトーンマイスター教育について」を寄稿いただいた名古屋芸術大学の長江先生に、ドイツのトーンマイスター・コンベンションに参加された様子をご報告いただきました。1月にラスベガスで行われた CES でのハイエンド・オーディオ関連の展示について、パナソニックの春井氏にレポートしていただきました。中島平太郎氏の連載「音との付き合い70年」は第4回です。

試聴室探訪記は、東京藝大の録音スタジオを訪れました。録音技術やエンジニアの教育に使われる、本格的なスタジオ設備を記事と併せてご覧ください。DSD 信号の伝送にも使える「HS-LINK Ver.2」の解説をアキュフェーズの蔭山氏に寄稿いただきました。スピーカーの老舗、フォスター電機の工場訪問記を照井事務局長に寄稿いただきました。

## **☆☆☆ 編集委**員 ☆☆☆

(委員長) 君塚 雅憲((独法) 国立科学博物館)

(委員) 穴澤 健明・稲生 眞 ((株) 永田音響設計)・遠藤 真 (NTT エレクトロニクス (株))

大久保 洋幸((一財) NHK エンジニアリングシステム)・高松 重治・春井 正徳(パナソニック(株))・森 芳久 八重口 能孝(オンキヨー&パイオニアマーケティング(株))・山内 慎一((株) ディーアンドエムホールディングス)・山﨑 芳男(早稲田大学)

# "新たな市場創造のための展示会" 「OTOTEN 2017」とは

一般社団法人 日本オーディオ協会 会長 校條 亮治

## 新展示会開催に際して

JAS ジャーナル読者の皆様、如何お過ごしでしょうか。ついこの間、お正月を迎えたと思っていたら月日の経つのは早いもので早3月の春を迎えています。日本オーディオ協会は2015年12月度理事会にて協会の中核的事業である「オーディオ・ホームシアター展」を抜本的に見直し、新しく"市場創造のための展示会"「OTOTEN2017」として開催することを決めました。これはこれまでの展示会とは位置づけも全く違うものであり、開催に先立ち、その背景と目的、変更点などをご理解頂き、一層のご支援をお願いするものです。

#### ◆ OTOTEN2017の概要

コンセプトは「顧客参加イベントとして市場創造型展示会」としたことです。これまでのオーディオ再生機器中心の展示会からの脱却であり、顧客自体が参加し、自らのリスニングスタイルを探す旅に出ることを目指しています。そこでは、音楽コンテンツを前面に出し、ハードとのコラボレーションを表現し、お客様が自分好みの視聴スタイルを体験できるようにしています。したがってストリーミング事業者及びハイレゾ配信事業者を一堂に集約しました。 そして全く新しい提案として音楽アーティストを「OTOTEN 大使」としてこれに加え、音楽創作者との密接なコラボレーションを展開します。このような展示会は国内には存在していません。

名称は、「OTOTEN2017」としました。これまで協会が商標及びロゴとして保有している略称「音展」をそのまま正式名称にしました。これは「音楽」、及び「オーディオ」、「新しさと継続性」を表現したものです。さらに、キービジュアルも一新しました。躍動感のある女性をモチーフに、音楽を表現する 5 線譜をフィーチャーしました。音楽、オーディオの持つアート性の気高さと若い人たちへのアピール性を持たせました。

提案試聴スタイルはスマートホンからホーム、カーオーディオに至るまで連続型で提案します。勿論、マニアックなお客様にも満足を頂けるように盛り沢山の技術的セミナーと試聴会を配置しています。

会場もこれまでのお台場地区から、お客様が参加しやすく、立ち寄りやすい有楽町駅前の「東京国際フォーラム」のガラス棟全館、B-1 メインロビー、D 棟ルーム及び D-5 ホールを借り切って展開します。



## ◆ 抜本変更の背景

日本オーディオ協会が誇れるものの一つに 1952 年設立と同時に開催した「オーディオフェア」はこれまで欠かすことなく開催してきました。東京から横浜への会場変更に伴い一度飛ばしましたが、その後秋葉原への移動に際し、年内に 2 回開催したことで今回 65 回を数えます。「モーターショー」が 1954 年からですのでそれより歴史があります。しかし歴史だけでは文化を維持し、継承していくことは不可能です。技術提案にしろ、商品見本市にしろ、時代の変遷とともにあるものです。入場者数の最高は 1975 年「全日本オーディオフェア」(10 月 24 日~30 日:7 日間)、参加社数(68 社)で 20 万人の最高入場者数を超えています。また、参加社数の最高は 1998 年「オーディオエキスポ 98」(10 月 15 日~18 日:4 日間)で 94 社が参加しています。隔世の感がありますが現在では 3 日間で 2 万人の入場者数、参加者数はおおむね 90 社程度となっています。

2008 年当時の展示会収支は大きな赤字状態でした。赤字転落以前は、逆に展示会収益がオーディオ協会の経常費用を賄うという歪な状況でした。これを打開すべく展示会の理念、目的、運営の方法などを抜本的に見直し、横浜パシフィコ→秋葉原地区→お台場と運営経費の削減を求めて移動しました。

日本オーディオ協会が主催する「オーディオ展示会」の目的は時代の変遷によって大きく変わってきたはずです。

- 1草創期は①商品見本市、②消費者啓発、③技術啓発を中心に展開しました。
- 2成長期は①商品競争化、②市場拡大、③技術競争が起こりました。
- 3成熟期は①商品集約化、②市場競合、③技術収斂になりました。そして
- 4 衰退期は①商品枯渇化、②市場縮小、③技術陳腐化が起こっています。

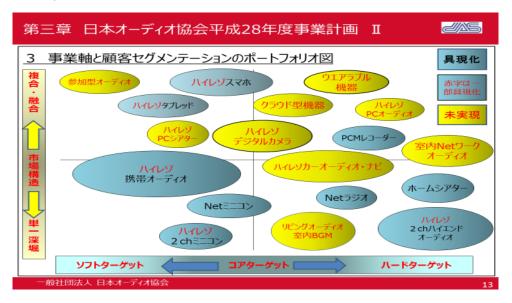
我々はすでに長い間 4 の衰退期にいるものと思います。但し、それは従前とした「モノの見方と考え方」で表現すればと言うことです。しかし、現在においても「違う目と考え方」で表現すれば全く違う風景が見えてくるはずです。今や、誰しもがスマホで音楽を聴き、誰しもがライブに行けるようになりました。このような時、時代に合わない目的と手法ではお客様は見向いてくれません。今、私たちに必要なことは 1 の草創期に行ったことを現状に合う手法で行うことではないかと確認しました。つまり、マーケティングでいう「顧客インサイト」と「ポジション変更」を行う必要があると考えました。ここで申し上げたことは「日本オーディオ協会」の理念・ビジョンを大きく変えようというものではありません。日本オーディオ協会の基本理念は、1952 年に設立された趣旨である「可聴音・高忠実度録音及び再生の飽くなき追及」と、それをとおして「再生音楽文化、即ちオーディオ文化を広め、楽しさと人間性にあふれた社会を創造するために、日本オーディオ協会は存在するのである。」ことは言うまでもありません。

#### <注意>

「**顧客インサイト**」とは、顕在化している顧客要望を取り上げるのではなく、潜在化している顧客要望をさらに深堀して顧客ニーズにする思考方法であり、深い洞察力が求められます。 消費財メーカーを中心に現在では当たり前の思考として多くの企業が活用しています。

「**ポジション変更**」とは、マイケル・ポーターが唱えた自社の立ち位置変更の理論を述べた

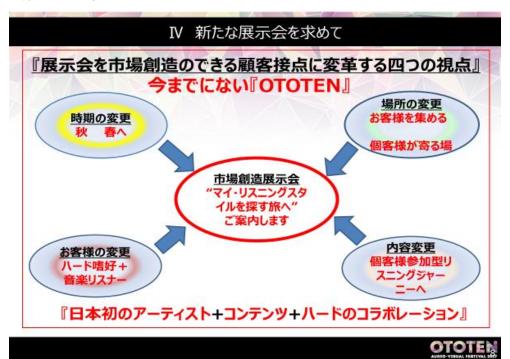
ものです。日本オーディオ協会はこの考えも考慮に、競合市場を含めて市場をとらえ、顧客設定をしました。



(日本オーディオ協会事業計画ポートフォリオ分析表より)

## ◆ 主な変更ポイント

日本オーディオ協会は、新たな市場開発を目指して展示会の在り方を一新しました。これまでも幾度か改革を進めてきた結果、採算性は改善され、黒字化されました。また入場者数も決して減っていません。しかし、現状の延長線上の改善では現状の課題は解決できません。今回は「展示会を市場創造のできる最大の顧客接点にする」ことを基本に以下の4つの視点で大幅な見直しを行いました。



(出展準備説明会資料より)

#### 1 開催時期の変更:

これまでは"オーディオと言えば秋"が定番でしたが、敢えて「春」に開催することにしました。事業計画発表会で発表した資料を添付します。

## 第三章 日本オーディオ協会平成28年度事業計画 IV

## 5 日本オーディオ協会は「オーディオの春=5・6月」市場を再構築する。

- (1)過去の春市場の視点
- ① 過去は確実に「オーディオ春需要」があった。(表参照)
- ② 新入学お祝い需要が大きかった。
- ③ 大手企業の商品開発タイムには春発売が計画としてあった。
- (2) 「春市場再構築の視点」
- ① オーディオの試聴スタイルは多様化している。
- ② アウトドアスタイルはポータブル機器にマッチしている。
- ③ 購買力としてのサラリーマンの一時金(ボーナス)は現在は春の賃金交渉 で年間一括となっている。
- ④ 音楽・ソフト産業との連携も可能である。

国内オーディオ市場季節別比較表(春:3月+4月 秋:10月+11月)JAS調査											
比較年度	200	00年	2008年		2015年						
季節	吞	秋	春	秋	吞	秋					
出荷金額	694億円	616億円	336億円	395億円	120億円	140億円					
年間構成比	18.3%	16.30%	16.0%	18.8%	15.4%	17.9%					
春対秋比率	53%	47.0%	46.0%	54.0%	46.2%	53.8%					

#### 一般社団法人 日本オーディオ協会

15

#### (日本オーディオ協会事業計画発表資料より)

#### 2 顧客ターゲットの変更:

ポートフォリオ分析から言えることは"第4象限"に未実現領域が多いことと成長性が高いことが推測されます。オーディオ協会のこれまでの顧客の年齢構成分析から、開発の必要な顧客層は、圧倒的に構成比の低い「若年層と女性層」であるといえます。「購買力のある男女若年層」開発を促し、そこに従来の顧客層を加えることで消費構造の連続性を求めようという考えです。当然、これを実現するためには現在顕在化していないオーディオファンを創造するしかありません。このターゲットは"幅広い音楽ファン"を集客することによりオーディオファンに顕在化させようというものです。勿論、従来のマニア層もしっかりとフォローしていきます。

## 3 開催場所の変更:

開催場所はイベントにおいては重要な要素となります。これまでは主催者側の効率化を重要な要素としてきましたが、逆に展示会の当初の目的と目標からは遠ざかっていたのが現実であったと反省しています。今回は"お客様の利便性と立ち寄り感"を大切にしました。会場そのものは主催者として決して満足できるものではありません。日本では真にお客様にとって良いイベント会場は無いと言っても過言ではありません。すべてが会場側の論理で企画されていたり、運営されています。デメリットは理解した上で内容をもってカバーしようと考えています。

#### 4 内容の変更:

以上の変更をした上で成功させるためには、変更に相応しい内容を"ストーリー性"をもって提案しなければなりません。これまでのハードオンリーの展示会ではなく、「自分好みのリスニングスタイルを探す旅」を体験して頂けるレイアウトと展示をします。具体的にはスマートホンからカー、ホームオーディオに至る切れ目のない提案展示をします。さらに技術セミナー、試聴会、ライブなど盛りだくさんのプログラムを用意しました。その取り組みの一環として、今回はB-1 ロビーをメインギャラリーとして「ストリーミング事業社」、「ハイレゾ配信事業社」の方々に一堂に出展頂き、最新ハードとの体験コラボレーションの場を創っています。また、「OTOTEN 大使」によるライブやスペシャルコンサートの開催と共にOTOTEN 大使の皆様にも「オーディオ生活」の楽しさを語ってもらいます。

以上、新しい展示会「OTOTEN2017」のご案内を申し上げましたが、事務局だけでは成功させられません。会員の皆様の絶大なるご支援をご期待申し上げます。

#### <開催概要>

会期: 2017年5月13日(土)10時00分~19時00分 2017年5月14日(日)10時00分~17時00分

【2日間開催】

会場:東京国際フォーラム

東京都千代田区丸の内3丁目5番1号 アクセス:JR線有楽町駅より徒歩1分

主催:一般社団法人 日本オーディオ協会

出展企業·団体:91 社·団体 (2017年3月13日現在)

入場無料

公式ホームページ: http://www.oto10.jp/

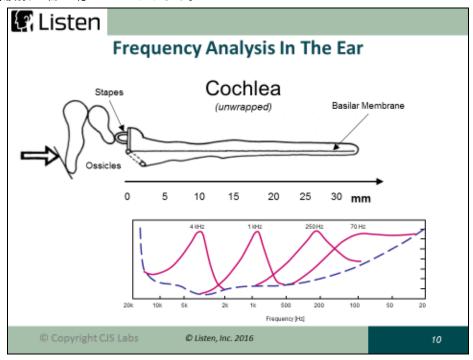
会員様、オーディオ・音楽ファンなど多くの皆様を東京国際フォーラム でお待ちいたします。

# 特集: 2016年「カンファレンス」

# ハイレゾ時代における測定技術-測定と聴感の一致に向けて<抜粋> Listen 社 CEO Steve Temme

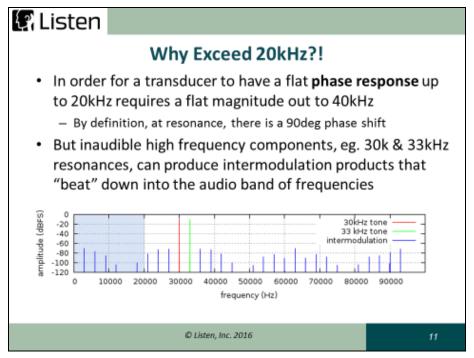
(訳、補足 オーディオテック 寺岡 朋彦)

ディザ処理された 16 ビット信号は 120dB のダイナミックレンジに相当するが、120dB のイメージは「部屋のどこかにいる蚊の羽音」と「目の前にある削岩機から出る騒音」の差よりも大きい。一般的に録音された音楽のダイナミックレンジはその多くが 60dB 以下である。一方、ほとんどの楽器から 20kHz 以上の音は出ておらず、人間の耳では 40 歳くらいまでに 15kHz 以上は聴こえなくなるのが普通と言われている。下図は中耳内の小さな 3 つの骨=ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨と伸ばした状態の蝸牛だが、蝸牛の基底膜の各部位が特定の周波数帯域に対して高感度になっており、高い周波数は蝸牛入口の卵円窓へと伝えられる。この入り口近くの部位こそ、入ってくる音、特に大きなインパルス音によるダメージを受けることになるため、年齢を重ねるごとに高い周波数の音が聴こえにくくなる。



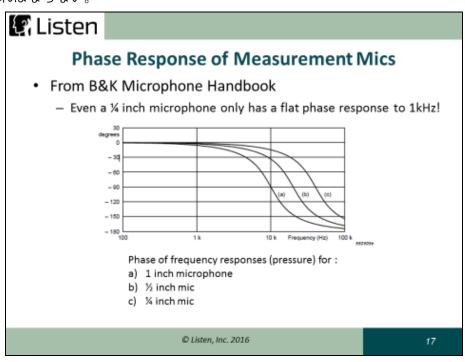
では、上記のことがありながら、何故 20kHz 以上の成分に着目する必要があるのか?

まず一つは、 $20 \mathrm{kHz}$  までのフラットな位相特性を得るには  $40 \mathrm{kHz}$  までのフラットな振幅が必要であることがあげられる。定義によれば共振点で 90 度の位相シフトが起こる。もう一つの理由は、混変調歪によるビートダウンの影響である。次ページ(上図)にて、 $30 \mathrm{kHz}$  と  $33 \mathrm{kHz}$  の信号が生み出す混変調歪が可聴帯域内に現れている通り、超音波帯域信号の可聴域への影響が確認されている。

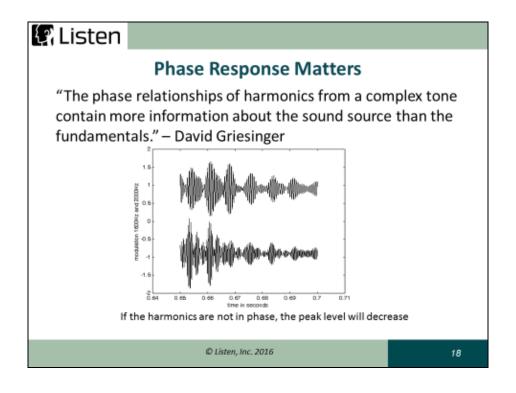


High-Res Audio の測定には 192 k Hz のサンプリングレートと 24 bit 以上のスペック、少なくとも 40 k Hz まで測定可能なマイクロホンが必需品である。100 k Hz 以上の計測が可能な 1/4 インチ、1/8 インチのマイクロホンもある。

B&K 社のマイクロホンハンドブックによると(下図)、振幅の特性が  $40 {
m kHz}$  までフラットであっても、位相特性が  $40 {
m kHz}$  までフラットとは限らない。最も高域までフラットな特性が伸びている 1/4 インチのマイクロホンでも、 $20 {
m kHz}$  のところでは-30 度まで落ちていることは把握しておかなければならない。



また、図に見るとおり高調波成分の位相が合っていないとピークレベルは低くなる。下図の 2 つの信号は、実際に聴こえ方も異なる。David Griesinger 氏が「音源に関する情報は、基本波よりも位相特性から多くが得られる。」と述べている通り、位相特性の測定は重要である。



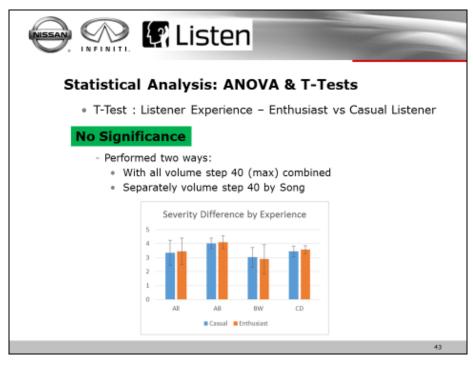
今回ご紹介するもう一つの興味深い実験は、異なる録音レベルの音源で行った車室内音響システムの歪の聴感実験である。先に行ったヘッドホンを使った聴感実験では、異なるヘッドホンを同じ特性にイコライズすることが難しく、訓練されたリスナーであっても聴こえる歪成分を特定してランク付けするには苦労が多かった。実験対象を車室内の音響システムに変更しラウドネスレベルが整えられた音源を基準の低歪ヘッドホンで再生することで、歪の聴こえ方 vs レベル、知覚される音質のインパクトに焦点を当てることが可能になった。

最初の実験は次ページ(上図)のシステム配置で、Head Acoustics 社の HATS とフロントエンドモジュールを使い、ボリュームレベル 20 から最大の 40 までを 2 メモリ刻みで 48kHz、24bit のバイノーラル録音し、これを Stax 社の SR303 ヘッドホンを再生用に用い、ITU-R 勧告 BS.1116-1 に基づき、隠れ基準付き 3 刺激二重盲検法で分散分析と 1 検定を行った。

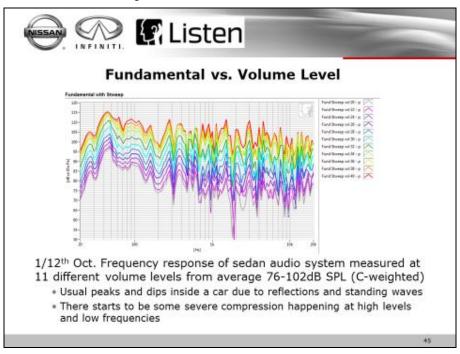


音源は一般音楽 CD で、男性ポップボーカル、女性ポップボーカル、ヒップホップソングの 3 曲。リスナーは 19-61 歳の 28 名(男性 26、女性 2)で中位年齢は 35.5 歳、大別すると熱心な音楽愛好家と時折音楽を楽しむタイプのリスナー。

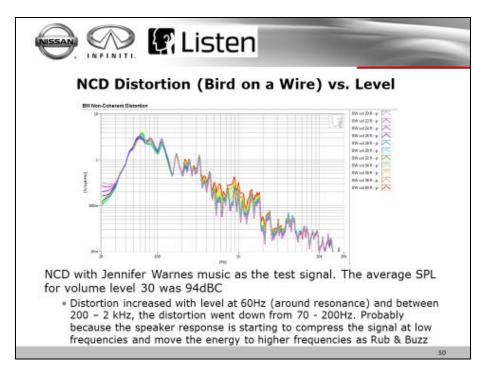
各実験では、下図のようにリスナーの年齢や音楽愛好家であるかどうかによる有意差は認められず、曲の違い/音源の種類やボリュームレベルが重要であることが確認された。



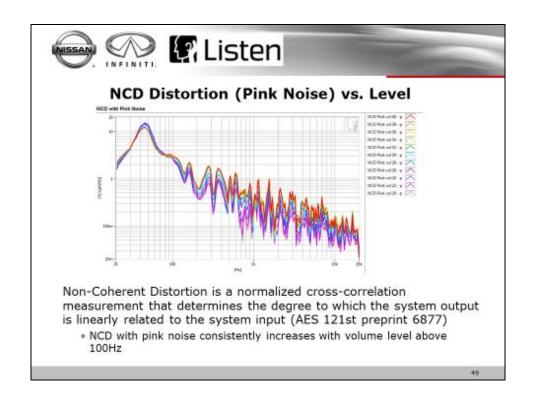
次の歪測定実験では前ページに記した同じ音楽信号を使って、11 段階の再生ボリュームレベルの違いを THD、Perceptual Rub & Buzz、Total IMD および Non-Coherent Distortion(NCD)を用いて比較した。下図は 1/12 オクターブの周波数特性であるが、録音レベルの違いによる差が明確に表れており、THD、Perceptual Rub & Buzz および Total IMD でも同様であった。



一方、ノーマライズした相互相関測定である NCD では、下図(音源は前述の女性ポップボーカル、Jennifer Warnes の Bird on a Wire)のように再生レベルの差により受ける影響が少ないことが判る。



音源をピンクノイズ(1/12 オクターブ)に変えても同様の結果を得た。これらより、NCD と 人間の耳との相関性が高いことが判る。



NCD の有効性については他のカーオーディオシステムやヘッドホンなどで更に進んだ試験を行い、知覚モデルへの応用を目指す。人の耳への聴こえ方と主観的品質を事前に知ることが出来るような歪計測方法を確立したい。

※ NCD に関する詳細: S.Temme, 121st AES Convention paper 6877 (2006 年)

#### ■執筆者プロフィール



Steve Temme(スティーブ・テミー)Listen 社創業者・CEO

1985年にTufts 大学機械工学科を卒業。Bruel & Kjar 社にて電気音響測定アプリケーション、オーディオアナライザー等の開発に携わり、1995年に Listen 社を創業。ソフトウェアベースの音響計測システム SoundCheck の開発を続けながら音響試験に関する論文を多数発表し講演を行っている。 Audio Engineering Society 会員。

なお、この内容に関するお問合せは、オーディオテック 寺岡 朋彦 <u>teraoka@audio-tech.jp</u> までお願いします。

## 特集:2016年「カンファレンス」

# 変わりつつあるテレビとハイレゾ配信=その展望と今後

日本オーディオ協会理事・編集委員/NTT エレクトロニクス株式会社

遠藤 真

本稿は、2016 年 10 月 29 日(土)から 10 月 30 日(日)に(一社)日本オーディオ協会( $\underline{J}$ apan  $\underline{A}$ udio  $\underline{S}$ ociety)主催で開催された「JAS・音のサロン&カンファレンス」において、「変わりつつあるテレビとハイレゾ配信=その展望と今後 『必見!ハイレゾサービスのこれからが分かる』」と題した技術講演の内、筆者の講演(1)「レゾリューションの深化方向とサービス展開」と(5)「ここまで来たオープンソースによるハイレゾストリーミング」の内容に基づいたものです。

#### 1.はじめに

ハイレゾ元年 2014 年から 2 年余りが経過しました。AV 機器市場において「ハイレゾ」はもっぱらオーディオ機器の「技術面」「性能面」から語られて来ました。前述の技術講演にあたっては、ユーザが享受する「サービス」の観点から「ハイレゾ」を展望しようと試みました。ここではオーディオとビジュアルを含む「ハイレゾサービス」から、その代表としてテレビ放送と近年普及が著しいネット配信に焦点を当てることにしました。以下に本技術講演の講演タイトルと講演者の一覧を示します。

- ■技術講演:変わりつつあるテレビとハイレゾ配信=その展望と今後
- (1)全体紹介:「レゾリューションの深化方向とサービス展開」 遠藤 真【日本オーディオ協会理事/NTT エレクトロニクス(株)】
- (2)「8Kスーパーハイビジョンの試験放送における音声方式」 大久保 洋幸氏【日本オーディオ協会理事/一般財団法人 NHK エンジニアリングシステム 先端開発研究部】
- (3)「国際標準 MPEG-4 ALS によるハイレゾ音源ロスレス伝送」 鎌本 優氏【日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所 主任研究員】
- (4)「ハイレゾストリーミングサービス『PrimeSeat』を支える技術」

大石 耕史氏【株式会社コルグ 技術開発部 部長】

冨米野 孝徳氏【株式会社インターネットイニシアティブ 配信事業推進部 副部長】

(5)「ここまで来たオープンソースによるハイレゾストリーミング」 遠藤 真

以下にハイレゾサービスの観点から見た各講演の位置づけと展望、今後のハイレゾストリーミングサービスについて述べていきます。

#### 2.レゾリューションの深化方向とサービス展開

「ハイレゾ」というとサンプリング周波数の向上に目が行きがちですが、オーディオ/ビジュ アルコンテンツの「レゾリューション」すなわち分解能、解像度という観点では後に述べるよう

にいくつかの方向性があります。そして、それぞれの方向を活かすサービスが展開されようとしています。また本章では、サービスを支える技術の発展にも簡単に触れます。

2.1.コンテンツ流通における放送、配信サービスの基盤技術の高度化

コンテンツの制作からユーザの試聴に至るビジネスモデルを考える上では、従来からのレコード、テープ、CD、DVD、BD 等のパッケージメディアの物販に対して、放送、ネット配信を含めた「コンテンツ流通」とそれに伴うサービスを見ていくのが良いと思います。なお、「コンテンツ流通」という用語は 10 年以上前から使われています。ここでは現在につながるコンテンツ流通の発展過程の参考として情報通信白書平成 18 年版[1]を挙げておきます。

さて、コンテンツ流通、特に放送、配信サービスを支える基盤技術の高度化は、高音質化/高 臨場感化をめざして来たと言えます。そこにはまずインフラの革新がありました。以下の2要素 です。

- (1)放送波、ネットワークの伝送帯域拡大
- (2)映像/音声コンテンツ圧縮技術の革新

これらに加えて、民生用デジタルオーディオ機器の高音質/低価格化が、機器に留まらず放送、 配信サービスの普及も進めたと言えます。

2.2.テレビ放送波における伝送帯域の変遷

放送波、ネットワークの伝送帯域拡大の内、テレビ放送波における変遷を見ていきましょう。 技術の進化ばかりではなく、その経済性に応じて伝送帯域がサービスに供され、普及を促進して きました。電波帯域は世界中で国ごとに割り当てられた有限な資源です。有線のネットワークと は異なる制約がありますが、同報性すなわち文字通りブロードキャストには優れています。

以下にテレビ放送別におよその電波の帯域あるいはデジタル信号のビットレート例を示します。

・アナログ放送(NTSC 方式。SDTV の場合)

放送帯域:6MHz

音声: FM 変調。15kHz/2ch。但し、アナログ衛星放送(BS)の B モードステレオは、デジタル(リニア PCM) 48kHz/16bit/2ch

・地上波/衛星デジタル放送(MPEG-2 映像。HDTV(2K)の場合)

放送ビットレート:16Mbps

音声:AAC:48kHz/16bit/2,5.1ch。 実効音声周波数帯域約 16kHz/ch

・高度衛星デジタル放送(HEVC 映像。4K.8K の場合)

放送ビットレート:4K:30-40Mbps, 8K:80-100Mbps

音声:AAC:48kHz/16.24bit/2,5.1,22.2ch あるいは ALS(ロスレス):48kHz/24bit/2,5.1ch と AAC のサイマル

日本では 2011 年にアナログテレビ放送が停波し、その帯域が電波利用効率の良い他のデジタル系のサービスに振り分けられました。そして 2017 年、高度衛星デジタル放送のチャネル割

り当ても進みつつあります。一方、放送のデジタル化にともなってリニア PCM のままでは電波の利用効率が悪いと言われて姿を消した B モードステレオですが、高度衛星デジタル放送で映像が 4K、8K サイズになり、全体の帯域が 30Mbps 以上になってはじめて、B モードステレオの品質を超える 48kHz/24bit の音声がロスレス圧縮の MPEG-4 ALS として放送規格に入りました[2]。96kHz/24bit を超える音声も技術的には可能な範囲に入ってきましたが、経済性などいくつかの観点で放送規格には入っていません。ここで注意しなければならないのは、「経済性」はモノ作りのコストだけでは決まらず、必ずユーザのニーズと合わせて判断されるということです。

#### 2.3.「ハイレゾ」: レゾリューションの 3 軸の深化方向

HDTV(2K)から 4K,8K へという映像のハイレゾ化=高精細化に伴って、高音質化/高臨場感化の必要性が言われています。これは、画質向上のみ、音質向上のみではいずれも人間の臨場感向上の効果が少なく、画質と音質の双方の質の向上があってはじめて効果があるという主張に沿うものです。ここで音声における高音質化/高臨場感化に寄与すると思われるレゾリューション(分解能)の深化についてあらためて考えたいと思います。

ここでは 3 軸の深化方向があると見ています。(1)時間分解能、(2)音圧分解能、(3)空間分解能です。「ハイレゾ/4K,8K 以前 $\Rightarrow$ 以後」と区切って、比較してみます。

(1)時間分解能=サンプリング周波数

PCM 系:44.1,48kHz⇒96.192.384.…kHz 1bit 系:2.8MHZ(SACD)⇒5.6.11.2.…MHz

(2)音圧(dB)分解能/ダイナミックレンジ=ビット長

16bit⇒24.32bitt

地上波/衛星デジタル放送:16bit⇒4K,8K 放送:24bit

(3) 空間分解能=チャネル数

モノ/ステレオ/5.1ch(サラウンド)⇒立体配置(4K,8K 放送最大 22.2ch)

これら3軸の分解能は臨場感向上の観点からは高い方が良いのですが、サービスとしては経済性を考慮しなければなりません。たとえば、放送規格では22.2ch 音声は電波の伝送帯域の制約からAACによる圧縮方式に規定されています。

#### 2.4.高音質化/高臨場感化を目指すサービス展開

第1章に示した各技術講演の内容をサービスで分類し、前節の深化方向のどれに該当するのか を以下に示します。(1)全体紹介は除きます。

- (2)「8K スーパーハイビジョンの試験放送における音声方式」
  - テレビ放送サービス:空間分解能、音圧分解能
- (3) 「国際標準 MPEG-4 ALS によるハイレゾ音源ロスレス伝送」

伝送サービス(PCM 系):時間分解能、音圧分解能、空間分解能

- (4)「ハイレゾストリーミングサービス『PrimeSeat』を支える技術」配信サービス(1bit 系): 時間分解能
- (5)「ここまで来たオープンソースによるハイレゾストリーミング」 配信サービス(PCM 系):時間分解能、音圧分解能、空間分解能

このように分類すると、それぞれの技術やサービスがどこに主眼を置いているのか分かりやすくなるのではないでしょうか?たとえば、テレビ放送サービスは規格上 48kHz という「時間分解能」の制約があるので空間分解能、音圧分解能の深化向かっています。MPEG-4 ALS は 3 軸すべての制約が事実上無い技術ですが、トータルでの経済的な伝送帯域という制約がかかります。

実は映像も高精細化という空間分解能の深化の他に、1 秒当たりの映像数(フレーム数)という時間分解能の深化方向があるのですが本稿では割愛します。

## 3.オープンソースによるハイレゾストリーミング技術

ハイレゾコンテンツについては以前、ダウンロードサービスにストリーミングサービスが加わると、ネットワークオーディオの世界が変わり、ビジネスモデルも放送との類似で変わる可能性を指摘しました $^{[2]}$ 。当時からオープンソースである  $FLAC^{[3]}$ を使ってユーザ自らハイレゾ楽曲をロスレス圧縮して、PC やネットワークオーディオ機器で楽しむことが可能でしたが、ストリーミング配信までは簡単にはできませんでした。また商用のハイレゾストリーミング配信はそれぞれ独自方式で、それぞれに対応したソフトウェアや機器が必要でした。

ここで紹介するハイレゾストリーミング方式は、国際標準に則ったハイレゾ音声付の映像のストリーミングもできるというまだ既存のサービスにない特長をもったものです。文献[2]で述べたように国際標準は特許が明らかになっていること及び、「合理的な対価で差別無しに使用許諾する(reasonable and non-discriminatory terms(RAND))」という前提のもとに標準化されており、商用サービスへの敷居も低いと考えられます。また近年これらに準拠したオープンソースを使って個人でもハイレゾストリーミングが実現できるようになりました。個々の技術については文献[2]で述べましたので、本稿ではオープンソースによる具体的な実現方法とハイレゾストリーミングが及ぼすであろう市場への影響について述べます。

3.1.映像、音声のハイレゾストリーミングに使える国際標準

ハイレゾ音声、映像及びストリーミングの代表的な国際標準は以下の通りです。

- · 音声符号化方式:MPEG-4 ALS
- ·映像符号化方式:H.264, HEVC
- ・ストリーミング方式:MPEG-DASH

以下、各方式のオープンソースによる実現方法について述べます。

#### 3.1.1.音声符号化方式:MPEG-4 ALS

「ハイレゾ」が前提としているのは WAV 等の非圧縮音声か圧縮(エンコード)/伸長(デコード) で完全に原音に戻せるロスレス圧縮音声です。国際標準には高度衛星デジタル放送規定にも採用されているロスレス圧縮の音声符号化方式の MPEG-4 ALS があります。国際標準として公開され

ているデコーダのほか、下記のベルリン工科大学のサイト[17]から"Reference Software"としてエンコーダ、デコーダを入手できます。このエンコーダの使用例を以下に示します。ステレオ音声をエンコードして mp4 形式でファイル出力する例です。フレームあたりのサンプル数は 256、圧縮率に関わる予測次数の値は放送規定の最大値である 15 にしています。

mp4alsRM23.exe -v -e -MP4 -r-1 -s2 -a -o15 -n256 "foo.wav"

MPEG-4 ALS の mp4 ファイルは、前述したベルリン工科大学のサイトにあるソフトウェアのほかに、オープンソースでは ffmpeg<sup>[4]</sup>、 $vlc^{[12]}$ 、Media Player Classic<sup>[13]</sup>、 $KODI^{[14]}$ 、オープンソース以外で Microsoft Windows Media Player V15]などで再生可能です。

#### 3.1.2.映像符号化方式:H.264, HEVC

国際標準の MPEG 系映像符号化方式で代表的なのは、通称  $H.264^{[5][6]}$ と  $HEVC^{[7][8]}$ です。それ ぞれ国際標準機関 ITU-T と IEC/ISO から異なる番号が振られています。文献[5]-[8]を参考にしてください。HEVC の映像圧縮率は前世代の H.264 の 2 倍(同じ画質ではビットレートが 1/2)を 目指して規格化されました。その分、演算が複雑になっていますので、デコーダの CPU 負荷は H.264 より大きめです。これらの方式に準拠したオープンソースとしては  $ffmpeg^{[4]}$ が有名です。 ffmpeg の種々の情報はネットなどで入手可能になっていますので、コマンド使用例は割愛します。

## 3.1.3 ストリーミング方式:MPEG-DASH<sup>[9]</sup>

MPEG-DASH は回線状況によってダイナミックにビットレートを切り替えられる HTTP ベースのストリーミング方式の国際規格です。オンデマンド配信とライブ配信に対応しています。この内オンデマンド配信では、WEB で使われる HTTP サーバのみでストリーミングが可能です。 MPEG-DASH は YouTube のほか、「ハイブリッドキャスト」 $^{[19]}$ という映像配信方式にも採用されています。

ストリーミング方式には MPEG-DASH 以外で良くつかわれる方式として HTTP Live Streaming(HLS)[10]がありますが、こちらは HEVC にも MPEG-4 ALS にも対応していません。ここでは、オンデマンド配信用の MPEG-DASH ストリームを生成できるオープンソースとして、MP4Box[11]を紹介します。MP4Box は H.264 あるいは HEVC 映像と MPEG-4 ALS 音声を多重化して MPEG-DASH ストリームを生成できます。以下に MP4Box の使用例を示します。(1)まず、映像ファイル "foo\_video.mp4"のビデオだけ取り出して、音声ファイル "foo\_als.mp4"を多重化して、foo\_av.mp4 というファイルを生成します。

mp4box -add "foo video.mp4"#video -add "foo als.mp4" -new foo av.mp4

(2) 次に、多重化されたファイルから MPEG-DASH ストリームを生成します。

mp4box -dash 2000 -frag 2000 -rap -profile live "foo\_av.mp4"

(3) mpd ファイルと foo\_av \_dash.mpd いう xml で記述されたファイルと多数の分割された映像、音声ファイルができますので、これらを HTTP サーバに置きます。再生する PC やスマートフォンなどからは、この mpd ファイルの URL を指定します。

## 3.2.MPEG-DASH ストリームのハイレゾ再生

3.1.1 で紹介した MPEG-4 ALS を再生できるオープンソースの内、MPEG-DASH に対応しているのは VLC  $^{[12]}$ のみです。VLC の OS 別対応状況を詳しく述べると、iOS では公式版、Windows、macOS、Android、Linux(Ubuntu  $^{[18]}$ )では VLC の開発版(Nightly Build 版) $^{[16]}$ がそれぞれ対応しています。これらの VLC は、H.264 および HEVC 映像にも対応しています。また、VLC の Linux版では USB DAC などを通じて、OS のミキサーを経由しない"ビットイグザクト(bit exact)"出力が可能な方式となっています。

なおスマートフォンでは 2017 年 3 月現在、オープンソースに限らず 96kHz/24bit 音声をデジタル出力できる MPEG-DASH 対応のメディアプレイヤは現れていませんが、今後の登場が期待されます。また、MPEG-DASH を採用しているハイブリッドキャストの規格には MPEG-4 ALS のようなハイレゾ対応の音声規格がまだ含まれていないため、ハイブリッド対応の 4K テレビをネットに接続しても、まだハイレゾは再生できません。

#### 3.3.オープンソースによるハイレゾストリーミング配信試聴環境例

本節では前述したオープンソースを用いて、個人でもハイレゾストリーミング配信とその試聴を楽しめる環境の例を下図に紹介します。現在はまだライブ配信をオープンソースだけでは実現できないので、オンデマンドのストリーミング配信環境になります。3.1.1-3.1.3 で述べたように、(1)音声は WAV ファイルを MPEG-4 ALS エンコーダでエンコードし、(2)ffmpeg で映像ファイルと多重化して mp4 ファイルを作成して、(3)MP4Box ソフトで一連のファイルからなる MPEG-DASH ストリームを作成します。音声だけのストリーミングでは(2)を省略して、MPEG-4 ALS の mp4 ファイルを MP4Box で処理すれば良いです。このあと、できあがったストリームを HTTP サーバで公開すれば良いだけです。図では HTTP サーバがインターネットのクラウド上にあるようになっていますが、PC や HTTP サーバ機能のある NAS で家庭でも実現できます。

再生は VLC をインストールした PC かスマートフォンに USB-DAC やアンプ、ヘッドフォン などを接続します。VLC には MPEG-DASH の mpd ファイルの URL を指定して再生します。 Windows、macOS、Linux 搭載 PC や Android TV では、KODI<sup>[14]</sup>を使い、VLC を KODI の外 部プレイヤとして動作 $^{[20]}$ させて再生することができます。

なお、MPEG-DASH では、今後ライブ配信ができるようになっても、基本的にオンデマンド 用と同一のメディアプレイヤを使えるという特長があります。

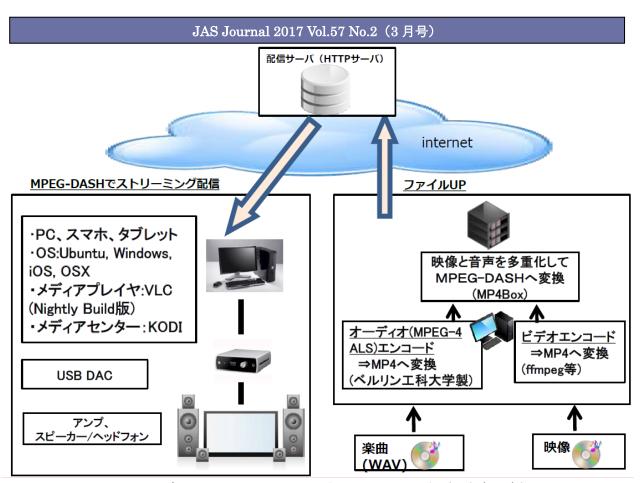


図 1 オープンソースによるハイレゾストリーミング配信試聴環境例

## 4.映像、音声のハイレゾストリーミングサービスの市場へのインパクト

現在、映像ストリーミング配信の音声は AAC が主流で、ハイレゾコンテンツの配信は映像の無い音声だけのファイルのダウンロードが主流です。その中で本技術講演(4)で紹介されている "PrimeSeat"[21]のような音声のみのハイレゾストリーミングサービスがようやく表れて来たという状況です。しかしながら、既に第 2 章で見てきたように、映像の大画面化すなわちハイレゾ化に伴って音声のハイレゾ化、高臨場化が期待されています。ここで、映像、音声のハイレゾストリーミングがコンテンツ配信市場及び AV 機器市場へ与えるインパクトについて、(1)コンテンツ、(2)AV 機器、(3)サービスの観点から考えてみたいと思います。

#### 4.1.コンテンツ

ハイレゾ配信サービスがダウンロードのみからストリーミングへ広がることによって、コンテンツ、ここでは楽曲、のバリエーションが相当増えることが予想されます。これまでハイレゾに限らず CD 音源でも、ダウンロード配信を嫌っていた曲が、ストリーミングになって許諾も得やすくなるのではないかと思います。また、ライブコンテンツも、アーティストによると思いますが、パッケージメディア特有の入念な編集無しでも配信されるようになると思われます。楽曲配信ではなく映像配信の観点からは VOD(Video-On-Demand)サービスの音声がハイレゾ化することになりますので、コンサートやライブ講演のような音に重きを置くコンテンツが増えると思われます。また、ハイレゾならずともスポーツやライブコンサートでは、ロスレス音声になることによって AAC では削られていた音が再生されて臨場感の向上が期待できます。自然界の音の再

現性も同様に向上しますので、ロスレス、ハイレゾ化によってコンテンツの幅も広がるのではないでしょうか?

#### 4.2.AV 機器

ネットワークオーディオ機器と対向するサーバは、PC や NAS からクラウド上の配信サーバへ広がるでしょうから、ストリーミングサービスによってハイレゾコンテンツの視聴環境も PC から独立できるようになります。いわば PC に由来するデジタルデバイドの溝が埋まって来てハイレゾを享受できるユーザ層がテレビ並みに大きく広がることが期待されます。このように見るとストリーミング対応機器の潜在需要は大きいと思います。一方、現行のネットワークオーディオ機器の技術は、サーバがクラウドにあっても適用できると思われますので、コストへのインパクトは少ないでしょう。

## 4.3.サービス

第2章で述べたように、コンテンツ流通における放送、配信サービスの基盤技術の高度化、ハイレゾ化の流れの中でハイレゾストリーミングサービスがもたらされようとしています。ここで使える技術は市中に既にあるものばかりです。各技術はオープンソースの使用で個人で配信も再生も楽しめるレベルになっています。一般に放送も含めて配信サービスは、コンテンツを受信、再生する端末と一体で発展しています。技術的、経済的に端末の普及が見込めなくてはサービスの普及も見込めないからです。一方 PC は現在も将来も専用の端末が普及するまで、新サービスを享受するための手段として引き続き重宝されることと思います。

色々な配信サービスが登場してきていますが、主に 2 つの流れがあると思います。一つの流れはハイレゾの普及に伴ってネットワークオーディオ機器の普及が進み、さらにこれらの機器がインターネットに接続されることで起こるオンデマンド及びライブの楽曲配信サービスの普及です。もうひとつの流れは、テレビが直接あるいはセットトップボックス(STB)を介してインターネットに接続されることで、PC から独立したコンテンツ、映像ストリーミング配信の端末として普及する流れです。前章で述べた MPEG-DASH をベースとするハイブリッドキャスト対応のテレビとそれに伴う映像配信サービスが代表的ですが、こちらはまだオーディオのハイレゾ化には至っていません。

このように端末の普及が進むと次に生じるのは端末のコモディティ化です。これが、コンテンツそのものが見直される契機になると思います。3.1.1.で述べたようにハイレゾ音声はロスレスが前提です。ハイレゾストリーミング技術はロスレスストリーミング技術であり、その本質はスタジオや現場で制作したままの音声をそのままユーザに届ける技術ということが言えます。放送規格[22]に MPEG-4ALS が採用されるに際して、総務省のパブリックコメント[23]に多くのコメントが寄せられた背景には、このようなロスレス圧縮技術への期待があったと思います。

ではロスレス音声を配信したとして、ユーザが聴く音がアーティストや制作者が聴いたあるいは演奏会場のユーザが聴いた音、音場かというとそうはなりません。臨場感も大きく異なります。 再生機器や再生環境が異なるからです。そこで次に注目されると思われるのがこのギャップを埋めて音場の再現性を高めるための技術とそれに基づくサービスです。これまでは AV 機器側でイコライザ技術やサラウンド技術を駆使していましたが、テレビコンテンツは音の成分がロッシー

な AAC 圧縮で削られているために本質的に技術的困難がありました。しかしハイレゾストリーミングサービスでは、AAC と比較して音場の再現が容易になりますし、AV 機器側だけではなくサーバ側で音場の補償処理をすることも可能になります。たとえば制作側の意図によるステレオコンテンツのサラウンド化やスピーカ再生用コンテンツをヘッドフォン用の音像に変えること(頭内音像定位の解消)が考えられます。また、一部出始めていますが、AR、VR 技術とともにユーザが望む視聴ポイントでコンテンツを楽しめるようなサービスが普及してくると思われます。

#### 5.まとめ

音声コンテンツのハイレゾ化の3軸の方向を明示しました。これらの技術の中で国際標準に基づいたハイレゾストリーミング技術を概観し、オープンソースによる実現法を紹介しました。また、ハイレゾストリーミング技術に基づく機器とそれを利用するサービスの現状と展望に触れました。ハイレゾストリーミング技術は第1次、第2次産業における流通(物流)革命に相当するコンテンツ流通の革新の一つだと思います。このアナロジーで考えるとこの技術は生産者(制作者、アーティスト)と消費者(ユーザ)を直接結び付け、それぞれが制作者の意図、芸術性を伝えるための技術をストレートに追求できるようになったのではないかと思います。これまでのコンテンツ流通サービスと状況が異なる点は、IT技術の普及にともなうオープンソース化により、一般ユーザが僅かの費用で配信サービス環境を構築でき、そのサービスを享受する端末も容易に入手できることです。このことによって、新しい配信サービスを創造することもまた容易になったと言えると思います。

また、映像、音声コンテンツのハイレゾ化とそれを利用するネットワークサービスの端末となる AV 機器の普及は、やがて端末のコモディティ化を招きますが、次の段階では視聴環境を含めた高臨場感化の一環で、音場の再現性や補償技術に焦点が当てられて、サービスのさらなる発展が期待できることを述べました。

## ■参考文献

- [1]総務省「情報通信白書平成 18 年版」2016
  - http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h18.html
- [2]遠藤「「ハイレゾ」と放送、通信 ダウンロードからストリーミングへ」JAS Journal 2016 Vol.56 No.1(1 月号)pp.59-pp.63
- [3]https://xiph.org/flac/
- [4]https://ffmpeg.org/
- [5]ITU-T H.264 https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264
- [6] ISO/IEC 14496-10 "Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced Video Coding"
- [7] ITU-T H.265 https://www.itu.int/rec/T-REC-H.265
- [8] ISO/IEC 23008-2 "Information technology -- High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments -- Part 2: High efficiency video coding"
- [9] ISO/IEC 23009-1"Information technology -- Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) -- Part 1: Media presentation description and segment formats"

## [10] HTTP Live Streaming

https://tools.ietf.org/html/draft-pantos-http-live-streaming-20

- [11] <a href="https://gpac.wp.imt.fr/mp4box/">https://gpac.wp.imt.fr/mp4box/</a>
- [12] http://www.videolan.org/
- [13] https://mpc-hc.org/
- [14] https://kodi.tv/download/
- [15] https://support.microsoft.com/ja-jp/help/14209/get-windows-media-player
- [16] https://nightlies.videolan.org/
- [17]http://www.nue.tu-berlin.de/menue/forschung/projekte/beendete\_projekte/mpeg-4\_audio\_lossless\_coding\_als/parameter/en/
- [18] https://www.ubuntu.com
- [19] http://www.iptvforum.jp/hybridcast/
- [20] <a href="http://kodi.wiki/view/external\_players">http://kodi.wiki/view/external\_players</a>
- [21] https://primeseat.net
- [22] ARIB「デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式」標準規格 ARIB STD-B32 3.5 版(2015.12.03)
- [23] 情報通信審議会情報通信技術分科会放送システム委員会「放送システム委員会報告 (案)に対する意見募集の結果(超高精細度テレビジョン放送システムに関する技術的 条件について)」総務省報道資料 2014 年 3 月 20 日

#### ■筆者プロフィール



遠藤 真(えんどうまこと)

1978年千葉大学工学部卒業、同年日本電信電話公社(現 NTT)入社。

2005年より NTT エレクトロニクス株式会社(現職)。

2014年より日本オーディオ協会理事。

地上波デジタル放送用 MPEG-2 HDTV 符号化 LSI 開発等で 2004 年日本産業技術大賞内閣総理大臣賞(団体)、2006 年前島賞、2007 年文部科学大臣表彰 科学技

術賞(開発部門)受賞。

残響制御技術の開発と実用化等で 2012 年日本オーディオ協会大賞(団体)、2017 年前島密賞受賞。 電子情報通信学会情報・システムソサイエティ会員、IEEE Computer Society 会員

## 特集: 2016年「カンファレンス」

# 8Kスーパーハイビジョン試験放送における音声方式 (一財) NHK エンジニアリングシステム

## 大久保 洋幸

#### 1. はじめに

JAS カンファレンスの技術講演セッション「変わりつつあるテレビとハイレゾ配信」の2番目の講演では、テレビジョン放送における新しい技術として、8K スーパーハイビジョンに関する技術を紹介した。日本では昨年8月より、NHK をはじめとする放送局により8K スーパーハイビジョンの試験放送が開始された。その音声方式として、22.2 マルチチャンネル音響(以下、22.2ch音響)方式が採用され、音楽、自然、美術といった様々なジャンルの番組で、臨場感の高い音響を聞くことができる。22.2ch音響によって、音声サービスにおいても、聴取者を取り囲む空間の音の解像度も向上したということができる。本稿では、その講演の概要を紹介する。

#### 2. 8K スーパーハイビジョンと 22.2 マルチチャンネル音響について

8K スーパーハイビジョンは、ハイビジョンの 16 倍となる  $7680 \times 4320$  の画素数をもつ 8K 映像と 22.2ch 音響からなる次世代の放送システムである。日本では、2016 年 8 月に試験放送が開始され、2018 年には実用放送、東京オリンピック・パラリンピック開催年である 2020 年には 4K/8K 放送が普及することが想定されている。

8K スーパーハイビジョンの映像は高解像度の他、広色域、ビット深度を 12bit まで拡張、120Hz までの高フレームレート、高ダイナミックレンジ(HDR)といった特徴を持つ [1]。

映像フォーマットは、ITU-R BT.2020<sup>[2]</sup>、ARIB STD-B56<sup>[3]</sup>に規定されている。試験放送の映像符号化方式として ARIB STD-B32 <sup>[4]</sup>で HEVC(High Efficiency Video Coding)が規定されている。

22.2 マルチチャンネル音響は、24 個のチャンネルを上中下 3 層構造に配置した方式で、画面上の自由な音像定位に加え、聴取位置を取り囲む全方向からの音再生が可能であり、高品質な三次元音場による高い臨場感を提供できる音響システムである。この方式のチャンネル配置等はITU-R BS.2051 [5] で規定されており、試験放送における音声符号化方式は ARIB STD-B32 第 2 部第 6 章に規定されている [6]。試験放送における圧縮符号化技術は MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) であり、圧縮音声品質の客観評価試験では、オーケストラ、スポーツ、ドラマ等の 4 種の音源において、1.4 Mbit/s のビットレートで客観評価値( $-4.0\sim0.0$ )が-1.0 を上回っていることがわかっている [7]。

## 3. 講演を終えて

セッションの多くの参加者に聴講いただき、8K スーパーハイビジョンの映像や、22.2ch 音響の技術について知っていただくよい機会となったと思う。「新しい技術の背景について知ることができてよかった」、「AACの音質について理解できた」といった意見をいただいた。また、「22.2ch の音だけのサービスはないのか?」という質問もあった。22.2ch 音響だけの



サービスの計画は無いが、今後も音楽や舞台芸術の 8K 番組が 22.2ch 音響で多く制作され、高臨場感音響の番組を楽しめる機会が増えることを期待したい。

#### 4. おわりに

JAS カンファレンスのセッション「変わりつつあるテレビとハイレゾ配信」の中の放送に関する 8K スーパーハイビジョンに関する技術の講演について紹介した。今後も引き続き、8K スーパーハイビジョンや 22.2ch 音響の実用化に向けた取り組みを行なっていくとともに、高臨場感放送技術を国内外の多くの方々に知っていただくために、様々な機会をとらえて普及、展開活動を進めていく。

## ■参考文献

- [1]神田、杉本、小野、「8K スーパーハイビジョンー試験放送の概要ー」、JAS ジャーナル 11 月 号(2016)
- [2] Recommendation ITU-R BT.2020-2: "Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange" (2015)
- [3] ARIB STD-B56 1.1 版:"超高精細度テレビジョン方式スタジオ規格"(2014)
- [4] ARIB STD-B32 3.8 版:"デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式" (2016)
- [5] Recommendation ITU-R BS.2051" Advanced sound system for programme production" (2014)
- [6] ARIB STD-B59 2.0 版: "三次元マルチチャンネル音響方式スタジオ規格," (2016)
- [7] 杉本, 中山, "MPEG-4 AAC を用いた 22.2ch 音声符号化・復号装置の開発," 音響学会秋季講演論文集, 2-P-9(2015)

## ■執筆者プロフィール



大久保 洋幸:1992年明治大学修士課程修了、同年 NHK 入局。放送技術研究所に勤務し、室内音響計測、音場シミュレーション、スーパーハイビジョン音響に関する研究に従事。2014年より(一財)NHK エンジニアリングシステムで22.2ch音響技術の実用化開発に関する業務にあたる。日本音響学会学術奨励賞、日本ITU 協会賞 国際活動奨励賞を受賞。日本音響学会、映像情報メディア学会、日本建築学会、日本バーチャルリアリティ学会、米国音響学会、AES 会員、日本オ

ーディオ協会理事。

## 特集:2016年「カンファレンス」

# 国際標準 MPEG-4 ALS による ハイレゾ音源ロスレス伝送

日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 鎌本 優,守谷 健弘,原田 登

はじめに

モノ(物質)からコト(事象・体験)へ消費が移りつつあると言われている。移動手段とし ての自動車(所有)だけではなく安全や環境を考慮した自動車(安心志向)の販売台数が伸び ていたり、化学調味料(調整)よりも無添加天然出汁(健康志向)の人気が出てきたりしてい る。図1に示すように、音楽を楽しむ場合にもレコードや CD (Compact Disc) を所有する「モ ノ」からライブや握手会に参加する「コト」に変化しつつある。ハイレゾ対応のスマートフォ ンも増えてきており、良い音を体験できる機会が増えてきている。音を運ぶ媒体がレコードや CD のように「モノ」に依存して音質がある程度固定化されていた頃とは異なり、ネットワー クを用いて伝送する場合は、歪みのあるロッシー符号化から歪みの無いロスレス符号化および 全く圧縮しない PCM (Pulse Code Modulation) 形式があり、ユーザは自分の聞きたい形式を 選択し、音楽を体験する「コト」ができる。通信回線速度がそれほど十分でない場合でもロッ シー符号化によりステレオの音響信号を 64 kbps~256 kbps 程度に圧縮することで、ネットワ 一クを通して音楽を楽しむことができるようになっている。例えば、地デジの放送でも使われ ている MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) により、放送局で制作されたコンテンツを家 庭でもほぼ原音品質で楽しめるようになった。これから始まる超高精細度テレビジョン放送 (4K/8K 放送)では音声のチャネル数は 22.2 ch まで拡張されるだけではなく、ロスレス符号 化である MPEG-4 ALS (Audio Lossless Coding)を使うことができるようになり、放送局で制 作された音源をそのまま楽しめることができるようになっている[1,2]。しかたなくロッシー符 号化を使っていた時代から、音質に妥協しないロスレス符号化を使うことができる時代になっ てきている。特に、ハイレゾ音源を伝送する場合には、ロッシー符号化を使ってしまうと原音 が持つせっかくの情報量の多さ(特に高域の情報)を失ってしまうため、もったいない。また、 非圧縮 PCM で伝送することも考えられるが、限られた電波資源や通信資源を無駄なく使うた めには、デジタル信号の劣化が全くないロスレス符号化は有効である。ロスレス符号化により おおよそ半分の大きさのビットレート・ファイルサイズに圧縮できれば、使用するパケット量 も半分ですみ、ダウンロード時間も半分ですむようになる。

本稿では、音響ロスレス符号化の国際標準である MPEG-4 ALS についてハイレゾ音源をロスレスで伝送する仕組み、特に放送への応用について述べる。

ISO: International Organization for Standardization

IEC: International Electrotechnical Commission

MPEG: Moving Picture Experts Group

ARIB: Association of Radio Industries and Businesses

JEITA: Japan Electronics and Information Technology Industries Association

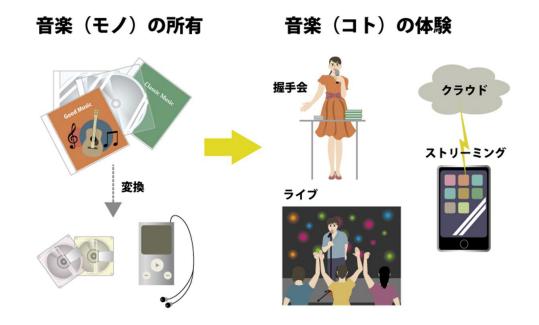


図 1:モノ(レコードや CD の所有)からコト(ライブや握手会の体験)への変化

#### 1. MPEG-4 ALS の概要

MPEG-4 Audio Lossless Coding (ALS) は ISO/IEC で規格化されたロスレス音響符号化の国際標準である。圧縮してもデジタル信号は必ず元に戻り、原音のデータが変わることは一切無い [3,4,5]。電子メールにファイルを添付するときに圧縮してから送ることが多いが、受信側でファイルが一切変わらないのと同様である。

原音に戻ることを保証するため、ロスレス符号化のビットレートは指定することができず、入力信号に依存してしまう。例えば、白色雑音を入力した場合はほとんど圧縮できず PCM と同等のビットレートが必要となる。逆に、ほとんど無音に近い音を入力した場合にはロッシー符号化のビットレート(128 kbps や 256 kbps)を下回ることもある。図2に表すように、オーディオのビットレートはサンプリング周波数と量子化解像度とチャネル数の積で表すことができる。ハイレゾの場合は CD に比べ、音のデータを入れる箱の体積が大きくなっていると解釈することもできる。データを入れる箱は大きくなっても、実際に詰め込む音には低域と高域で密度に差があるため、箱の形を少し変えることにより、音の情報はそのままで箱の体積を減らすことができる。これがロスレス符号化の比喩的概念である。白色雑音の場合には箱全体に均等に音情報が含まれているため箱の形を変えることができず、PCM と同じ大きさになってしまう。ハイレゾの箱にも関わらず低域しか音の成分が無かったり、量子化解像度が粗かったり、ほとんど音量の無いチャネルが混ざっている場合には、ロスレス符号化により入力音の情報はそのままでも大幅に箱の体積を小さくして圧縮することができる。

図3はMPEG-4 ALSのブロック図である。線形予測分析とエントロピー符号化を組み合わせることにより圧縮を行っている。線形予測分析は音声符号化の分野で長く使われてきた技術で、携帯電話や VoLTE (Voice over Long-Term Evolution) で使われている。入力信号ベクトル x を入力して線形予測分析を行い、残差信号ベクトル e を求める。線形予測係数は PARCOR (PARtial autoCORrelation) 係数や LSP (Line Spectral Pairs) 係数に等価変換し量子化され

たものが使われる。携帯電話や VoLTE で使われている音声のロッシー符号化の場合は残差信号ベクトル e をモデル化して低いビットレートで伝送するため元の音に戻すことはできないが、ロスレス符号化 MPEG-4 ALS の場合には残差信号ベクトル e を全部まじめに伝送するため、ビットレートは高くなってしまうが、元の音に戻すことができる。エンコーダとデコーダで同じ予測フィルタを用いるため、入力信号ベクトル e と同じ整数値信号を得ることができる。このように MPEG-4 ALS は長年使われてきている技術をもとにして単純な仕組みで歪みの全くない圧縮を実現している。

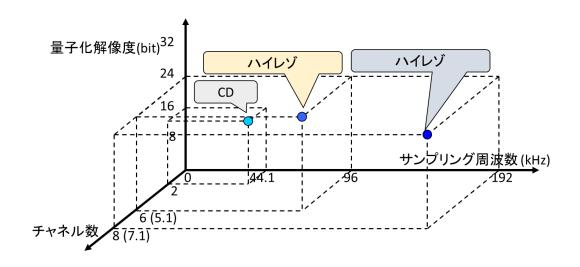


図 2:音を入れる箱の体積の概念図 オーディオのビットレート=サンプリング周波数×量子化解像度×チャネル数

MPEG-4 ALS は仕様上では約 4 GHz サンプリング周波数、32 bit 量子化解像度、65536 チャネルまで対応しているが、テレビやサウンドバー・ディジタルアンプへの実装を考量して演算量やメモリ量を制限するために、Simple Profile が定義されている。放送用途が主な利用目的であったため、表 1 で示すようなパラメタで制限がされている。もちろん 384 kHz や 24 chで伝送したい事業者がおり、普及が見込まれる場合には Level を拡張することも可能である。4K/8K 放送では Simple Profile の Level 2 と Level 4 を使うことができるため、放送局で制作された 48 kHz, 24 bit の原音をそのまま家庭まで届けることができる。

MPEG-4 ALS ではアルゴリズムの詳細が規定されているソフトウエア(リファレンス・ソースコード)だけではなく、国際標準準拠であるか確認するためのコンフォーマンス・ビットストリームも用意されている。MPEG で国際的な協力の下での長期的なメンテナンスがなされ、他の MPEG 標準技術との親和性も高い。4K/8K 放送では映像符号化 H.265/MPEG-H HEVC(High Efficiency Video Coding)とロスレス音響符号化 MPEG-4 ALS を組み合わせて MPEG-H MMT (MPEG Media Transport) によって多重化して MPEG ファミリーの技術を組み合わせることで高品質の映像と音声を伝送することができる。ハイレゾ音源配信向けには MPEG-4 ALS と MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) を組み合わせた

高臨場感音楽ライブ伝送の試みも行われている [6]。このように MPEG-4 ALS は国際標準であるため、フリーソフトとは異なり、安心して長期的なビジネスにも利用することができる。

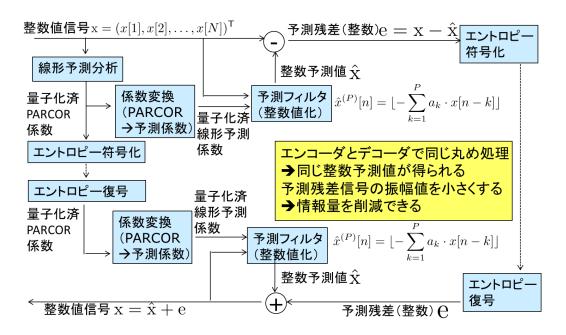


図 3: MPEG-4 ALS の単純化したブロック図

Level	Max. # of channels	Max. sampling rate (kHz)	Max. word length (bit)	Max. # of samples per frame	Max. prediction order	Max. BS stages	Max. MCC stage
1	2	48	16	4096	15	3	1
2	2	48	24	4096	15	3	1
3	6	48	16	4096	15	3	1
4	6	48	24	4096	15	3	1

表 1: MPEG-4 ALS Simple Profile

(BS: Block Switching tool, MCC: Multi-Channel Coding tool)

#### 2. ALS に関連する標準化

4K/8K 放送では図4で示すように、ALS を使えばテレビ局のスタジオで制作されたコンテンツを原音のまま家庭で楽しむことができるような仕組みが制定されている。一方、AAC を用いてチャネル方向の拡張を行い 22.2ch の空間的臨場感を再現する方法も利用できる。AAC とALS の音響符号化切り替えをオーディオ内で閉じて行うために、MPEG-4 Audio で規定されて

いる Low Overhead Audio Transport Multiplex (LATM) / Low Overhead Audio Stream (LOAS) 形式のストリームを用いて伝送する。LATM/LOAS ヘッダを解釈すれば AAC の 22.2ch 音源なのか ALS の 2ch 音源なのかが分かり、ユーザは音声符号化方式を選択して視聴することができる。

4K/8K 放送の運用規定では、ALS は必須の符号化方式ではないため実装しないテレビも存在 する可能性がある。この場合、良い音を楽しみたい視聴者は ALS に対応したサウンドバーや ディジタルアンプを用意しなければならない。テレビからサウンドバーやディジタルアンプに ALS のビットストリームを伝送するために、IEC 61937-10 という国際標準規格がある [7]。 CD の音を MD (Mini Disk) へ伝送するときにいわゆる SPDIF で CD プレーヤと MD レコー ダをオプティカルケーブルやコアキシャルケーブルで接続してきたが、ここで PCM 伝送を行 うための規格が IEC 60958 である [8]。本来 PCM を伝送するための規格であるが、圧縮ビッ トストリームも伝送することができるように規格化したものが IEC 61937 シリーズである。 4K/8K 放送向けに、IEC 61937-10 に LATM/LOAS 形式の ALS をそのまま透過する方式を追 記作業中であり、近々第二版として IEC 61937-10 Edition 2 が標準化される見込みである。 MPEG-4 AAC を SPDIF で伝送するための規格である IEC 61937-11 も 22.2ch 対応のために 改訂中であり [9]、これらの規格が揃えば視聴者は自分のお気に入りのオーディオシステムで ALS による原音や AAC による 22.2ch 音源を楽しむことができるようになる。HDMI (High-Definition Multimedia Interface) 規格は IEC 規格を参照することが多いため、テレビ とサウンドバーやディジタルアンプを HDMI で接続することにより ALS や AAC のビットス トリームを伝送することができるようになる日が来るかもしれない。

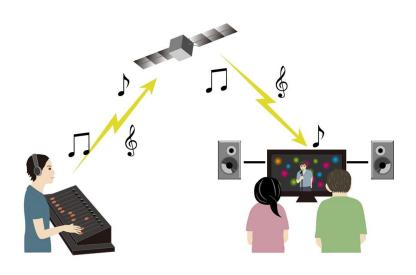


図 4: MPEG-4 ALS を用いた 4K/8K 放送の概念図

#### 3. おわりに

音質を犠牲にしなければそもそも音が伝送できなかった時代とは異なり、近年は放送でも通信でも高品質音源を伝送できるようになってきている。伝送する仕組みは整ったので、コンテンツを製作する方々の音へのこだわりが、良い音を求めるユーザに届けることができるようになっている。現在放送で使われている  $48~\rm kHz$ ,  $24~\rm bit$  の音声信号は JEITA ではハイレゾと呼べるが日本オーディオ協会ではハイレゾとは呼べない [10, 11]。ハイレゾを普及させるためにも、映像と音声が一緒の場合には日本オーディオ協会の定義でも  $48~\rm kHz$ ,  $24~\rm bit$  の音声信号もハイレゾと呼んでも良いのではないだろうか?そうすれば  $4K/8K~\rm kk$  放送で ALS を使った場合にはハイレゾ放送と呼ぶことができ、一般家庭へのハイレゾ普及が期待できる。そのような状況になれば、ハイレゾの良い音を聞くのが当たり前になると想定される。

#### ■参考文献

- [1] ARIB STD-B32, "デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式," 2014.
- [2] ARIB TR-B39, "高度広帯域衛星デジタル放送運用規定," 2016.
- [3] ISO/IEC 14496-3:2009, Information technology—Coding of audio-visual objects—Part 3: Audio, 2009.
- [4] T. Liebchen, T. Moriya, N. Harada, Y. Kamamoto, and Y. A. Reznik, "The MPEG-4 audio lossless coding (ALS) standard—technology and applications," in Preprint AES 119th Convention, #6589, NY, USA, 2005.
- [5] 遠藤, 原田, 鎌本, 守谷, "MPEG-4 オーディオ・ロスレスとストリーミング配信について," JAS Journal, Vol.52, No.1, pp.22-29, January, 2012.
- [6] https://labevent.ecl.ntt.co.jp/forum2017/elements/pdf\_jpn/01/A-g\_j.pdf
- [7] IEC 61937-10:2011, "Digital audio Interface for non-linear PCM encoded audio bitstreams applying IEC 60958 Part 10: Non-linear PCM bitstreams according to the MPEG-4 audio lossless coding (ALS) format," 2011.
- [8] IEC 60958, "Digital audio interface," 1989.
- [9] IEC 61937-11:2010, "Digital audio Interface for non-linear PCM encoded audio bitstreams applying IEC 60958 Part 11: MPEG-4 AAC and its extensions in LATM/LOAS," 2010.
- [10] http://home.jeita.or.jp/page\_file/20140328095728\_rhsiN0Pz8x.pdf
- [11] https://www.jas-audio.or.jp/hi-res/definition

## ■著者プロフィール



鎌本 優(かまもと ゆたか)

2005 年 日本電信電話株式会社 入社。以来、音声音響符号化の研究開発と標準化(MPEG-4 ALS, ITU-T G.711.0, 3GPP EVS codec, IEC 61937-10 Ed. 2, ARIB STD-B32 など)に貢献。



守谷 健弘(もりや たけひろ)

1980年 日本電信電話公社 入社。以来、音声音響符号化の研究開発と標準化 (PDC, MPEG, ITU-T, 3GPP, IEC, ARIB STD-B32 など) に貢献。



原田 登(はらだ のぼる)

1997年 日本電信電話株式会社 入社。以来、音声音響符号化の研究開発と標準化(MPEG-4 ALS, MPEG-A PA-AF, ITU-T G.711.0, 3GPP EVS codec, IEC 61937-10, ARIB STD-B32 など)に貢献。

## 特集: 2016年「カンファレンス」

# ハイレゾストリーミングサービス 「PrimeSeat」を支える技術

株式会社コルグ 技術開発部 部長 大石 耕史

株式会社インターネットイニシアティブ 配信事業推進部 副部長 冨米野 孝徳

#### 目次

- 1. はじめに
- 2. DSD インターネット・ライブ・ストリーミングの前例
- 3. PrimeSeat 概要
- 4. MPEG-DASH ライブ・ストリームへのエンコード
- 5. PrimeSeat アプリケーションについて
- 6. ストリーミング配信サービスを支援するサーバー・サイド・アプリケーション
- 7. コンテンツデリバリネットワーク
- 8. まとめ

#### 1. はじめに

株式会社インターネットイニシアティブ(以下 IIJ)では、1998 年よりコンテンツ配信事業を開始して以来、映像や音楽などの分野においてさまざまな取り組みを行っています。最近では IIJ 会長の鈴木が実行委員長を務めているクラシック音楽の祭典「東京・春・音楽祭」において、2010年にインターネットで演奏会の配信をスタートし、2014年には「HEVC/H.265 over MPEGDASH」を利用した世界初のライブ配信(%1)を行いました。

その後、次のテーマとして「音」に着目しました。インターネットでの音の配信は現状でも圧縮されたものが主流ですが、利用者のインターネット環境の向上に伴い、圧縮していない音源の配信もできるだろう、ということでハイレゾ音源の中でも最高峰と言われる DSD(Direct Stream Digital) をそのまま配信することにチャレンジしました。この試みはソニー株式会社、有限会社サイデラ・パラディソ、株式会社コルグ(以下コルグ)、IIJ の 4 社による実証実験という形で、2015 年 4 月に東京・春・音楽祭とベルリン・フィルハーモニー管弦楽団(以下ベルリン・フィル)のコンサートをそれぞれ、東京とベルリンから配信することができました。これは世界初のインターネットでのハイレゾ音源のライブ・ストリーミング配信です。東京・春・音楽祭 2015、ベルリン・フィルの配信を成功させたのち、多数の DSD での配信を行い、2015 年 12 月から IIJが主体者となりコルグの技術支援とともに「PrimeSeat」サービス(※2)を提供開始しました。※1 2014 年 3 月 10 日付 IIJ プレスリリース

http://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2014/0310.html

X2 https://primeseat.net/

## 2. DSD インターネット・ライブ・ストリーミング伝送の前例

インターネットを使った DSD 信号のライブ・ストリーミング伝送の前例として、2004 年 10 月 31 日に「117th AES Convention」で公開実験が行われた記録が残っています。これはマギル大学(モントリオール)からカリフォルニア大学(サンフランシスコ)に 2.8MHz $\times 4$ ch の DSD 信号と 270Mbps の SDI 映像をライブ配信したもので、マギル大学の「Ultra-Videoconferencing」というシステムを応用したものです。





117th AES Convention での公開実験の様子

この実験では、CA\*net4(カナダ)と Internet2(アメリカ)というその時点での次世代インターネットのためのリサーチ用回線上で UDP によって 1:1 の伝送がなされていましたが、前記 4 社による DSD ライブ・ストリーミング配信実験では、通常の商用インターネット回線上でマルチクライアントに対して 1:N での放送を TCP/IP で行なった点が大きく異なっています。

#### 3. PrimeSeat 概要

PrimeSeat は利用者には Windows/Mac のアプリとして見えますが、システムは全体として次の4つのパートから成り立っています。

- ライブエンコーダ
- 配信されるストリーミングを再生するアプリケーション
- サーバー・サイド・アプリケーション
- コンテンツデリバリネットワーク

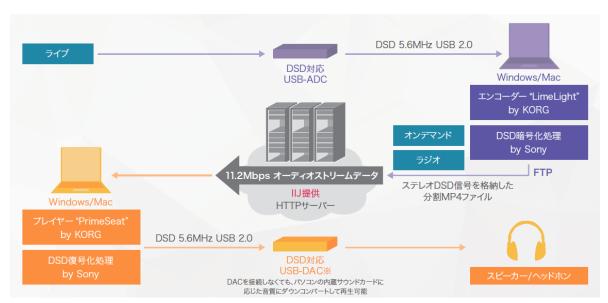


図 1 DSD ライブ・ストリーミング システム概要

ライブ配信は上図のようなシステムです。

アナログ入力を DSD に変換、それをインターネットでのストリーミングの標準の一つである MPEG-DASH を利用してクライアントまで配信します。ライブの場合は基本的にはこのような 形になりますが、ライブのサポート、オンデマンドへの対応などのためにサーバー・サイドにい ろいろなアプリケーションを準備して、クライアントにハイレゾ音源を届けています。それぞれ をご紹介していきます。

#### 4. MPEG-DASH ライブ・ストリームへのエンコード

コンサート会場で 2ch アナログ・ミックスされた音声は、「MR-0808U」という専用ハードウェアと、PrimeSeat のために特別に開発された「Limelight」ソフトウェアによってリアルタイムに MPEG-DASH ストリーム形式にエンコードされ、その場で配信サーバーにアップロードされます。

#### MR-0808U

コルグが 2010 年に開発した「Clarity」という DSD DAW プロトタイプの専用ハードウェア(非売品)。 $44.1 \mathrm{kHz} \sim 192 \mathrm{kHz}$  までの PCM、および  $2.8 \mathrm{MHz} / 5.6 \mathrm{MHz}$  の AD/DA に対応した  $8 \mathrm{in} / 8 \mathrm{out}$  の USB オーディオ・インターフェイスで、PC との通信には ASIO ドライバを使用します。PrimeSeat では外部で  $2 \mathrm{ch}$  ミックスされたアナログ信号を DSD 信号( $2.8 \mathrm{MHz} / 5.6 \mathrm{MHz}$ )に AD 変換し、USB 経由で Windows PC に信号を伝送するのに使用されています。

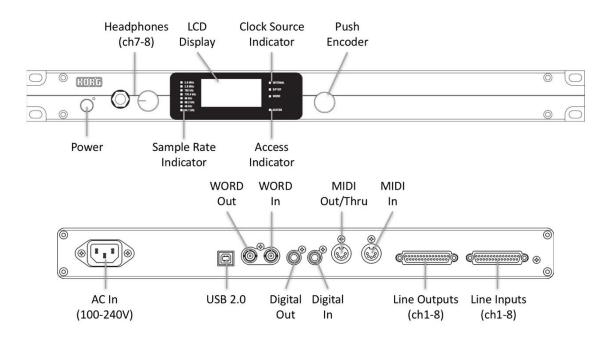


図 2 MR-0808U の入出力仕様

## Limelight

MR-0808U で Windows PC に取り込まれた DSD 信号を MPEG-DASH ストリーム形式にエンコードし、FTP や WebDAV でサーバーにアップロードするのが、コルグが本サービスのために開発した「Limelight」というソフトウェアです(非売品)。segment size、minimum buffer size、period duration などストリーミング品質を左右するパラメータが一通り設定できるようになっ

ているほか、アーティスト名やタイトルなどのメタデータを配信することも可能です。

2015 年 4 月の配信実験のために開発された初期バージョンは Windows 専用・DSD 専用という限定的な仕様で、これが今でも連日の Ottava 生放送で運用されていますが、現在 $\beta$  テスト中の最新バージョンは Mac でも動作するほか、PCM(44.1kHz  $\neg 884$ kHz)でのライブ・ストリーミング配信にも対応しています。また MR-0808U以外にも、KORG DS-DAC-10R など市場に流通している ASIO(Windows)、Core Audio(Mac)デバイスにも対応しているので、近い将来、誰でもハイレゾでのインターネット・ライブ・ストリーミングが可能となる時代がやってくるかもしれません。



Limelight のスクリーンショット

#### 5. PrimeSeat アプリケーションについて

PrimeSeat 配信サービスのユーザーとの接点であり、音質の要となっているのが、コルグが開発し、IIJ が無償配布している「PrimeSeat」という専用再生アプリケーションです。2015 年 4 月の配信実験用に v1.0 を開発して以降、安定性や音質の向上、機能追加など日々進化を続けており、2017 年 3 月には最新版である v1.6 の提供が開始されました。

#### PrimeSeat の基本設計

ハイレゾ音源をパソコンで再生する環境(再生アプリケーション、USB DAC など)は徐々に整いつつありますが、Windows も Mac もオーディオに特化した OS ではありませんので、真に高音質再生を実現するためにはアプリケーションやドライバ・レベルで様々な考慮や仕掛けが必

要となります。特に OS に標準搭載されている「カーネル・ミキサー」は、様々なアプリケーションが同時に処理されるパソコンには必須の機能と言えますが、複数のオーディオ・アプリケーションの出力を PCM ドメインでミキシングするだけでなく、ユーザーが気でかないうちにサンプルレート変換を行うこともあるので、ハイレゾ再生においては大変厄介な存在です。特に DSD にとって、カーネル・ミキサーは音質を劣化させるというより信号を破壊する存在ですので、特に慎重な対応が必要とされます。



PrimeSeat のスクリーンショット

現在、Windows/Mac を対象としたマルチメディア・ストリーミング・サービス(動画や圧縮オーディオ)は、特別なソフトを必要とせず、Google Chrome などウェブ・ブラウザのみで利用可能なものが主流となっています。PrimeSeat に対しても同様のリクエストがあるのも事実ですが、通常のウェブ・ブラウザからは DAC デバイスを直接制御することができず、必ずカーネル・ミキサーを経由してしまうため、ハイレゾ音源をハイレゾ品質(ビット・パーフェクト)のまま再生することが非常に困難になってきます。

一方、Windows/Mac のネイティブ・アプリケーションであれば、オーディオ・デバイスを ASIO や Core Audio (hog mode)などを占有して開くことができ、カーネル・ミキサーをバイパスすることができます。またコンテンツのフォーマットに応じて、オーディオ・デバイスの設定を動的に切り替えることもできます。ネイティブ・アプリケーションである「PrimeSeat」ソフトウェアは、インターネット・ストリーミングにおいてビット・パーフェクトによるハイレゾ再生を実現するために生まれました。

## ウェブ・ブラウザ「Chromium」搭載

前述のように PrimeSeat はあくまでもネイティブ・アプリケーションでありますが、そのフロントエンドには Google Chrome でも採用されている「Chromium」というウェブ・ブラウザ・エンジンを搭載しています。これはアプリケーションの GUI(ルック&フィール)をサービス提供者自身が、HTML5 (JavaScript、CSS)を使って独自に開発・提供できることを意味しています。これにより、その時々の状況に応じてスピーディな GUI のアップデートや機能追加が実現できるだけでなく、SNS 連携機能、ウェブ決済システムなど、既に確立しているウェブ技術をそのまま利用できるメリットがあります。

## PrimeSeat Hi-res Streaming System Architecture

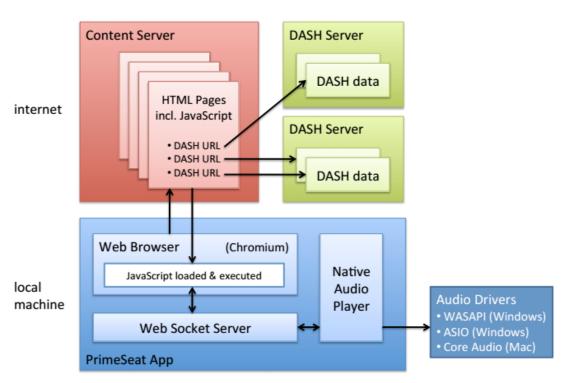


図 3 PrimeSeat アプリケーションのシステム構成

## 対応オーディオ・デバイス

2015 年 4 月の DSD ライブ・ストリーミング実証実験においては、PrimeSeat から開くことのできる DAC として、メーカーと型番による制限を掛けていましたが、現在では特に制限は掛けておらず、以下の仕様に合致した DAC であればほぼ問題なく使えるようになっています。ただし、PC オーディオにおいて、再生アプリケーションとオーディオ・デバイス・ドライバとの相性問題を 100%解消することはできません。このため、http://primeseat.net では、DAC メーカー自身によってPrimeSeat アプリケーションとの動作検証がなされたものを「PrimeSeat 推奨 DAC」として紹介しておりますので、この中にあるものを使用するのが無難でしょう。

#### Windows

- ・WASAPI 対応デバイス: PCM 再生のみ(44.1-192kHz)
- ・ASIO 対応デバイス:PCM(44.1-192kHz)および DSD native(2.8-5.6MHz)

#### Mac

· Core Audio 対応デバイス: PCM(44.1-192kHz)および DoP(2.8-5.6MHz)

## 対応オーディオ・フォーマット

PrimeSeat が配信可能なフォーマットは以下のようになっています (いずれも 2ch ステレオのみに対応)。

#### Linear PCM

- · 16bit: 44.1kHz, 48kHz
- · 24bit: 44.1kHz, 48kHz, 88.2kHz, 96kHz, 176.4kHz, 192kHz

#### 1bit DSD

· 2.8224MHz, 5.6448MHz

## 信号処理能力

PrimeSeat はコルグのオーディオ・フォーマット変換 $\angle$ 再生アプリケーションである「AudioGate」をベースに開発されていますので、AudioGate 譲りの信号処理能力を受け継いでいます。

- 1) リアルタイム・フォーマット変換機能
- 2) DSD ドメインのフェード/ボリューム・コントロール

特に(1)により、DSD やハイレゾ対応の外部 DAC をお持ちでないユーザーでも、PC の再生能力の上限にダウンコンバートして再生することができるようになっています。

## コンテンツ保護機能

PrimeSeat はその通信路として SSL に対応しているだけでなく、独自の暗号化システム(DRM) を採用しています。また、ダウンロードしたセグメント・データをストレージ等にキャッシュすることなく、メモリ上で直接処理しているため、ストリーミングの過程においてコンテンツがユーザーの手元に残ることはありません。

## 6. ストリーミング配信サービスを支援するサーバー・サイド・アプリケーション

PrimeSeat や Limelight 以外にも、コルグが開発した以下のサーバー・サイド・アプリケーション(非売品)が PrimeSeat サービスの中で実際に運用されています。

#### dashenc

コンテンツ・ホルダーから納品される完パケのオーディオ・ファイル(WAV, BWF, AIFF, DSDIFF, DSF)を on demand でのストリーミング配信可能な MPEG-DASH 形式に変換するプログラム。

## odtransrate

on demand の MPEG-DASH ストリームを別のフォーマット(サンプリング周波数、量子化ビット数)などに変換するプログラム。

#### transrated

MPEG-DASH 形式のライブ・ストリームを、リアルタイムで別のフォーマット(サンプリング周波数、量子化ビット数)に変換するプログラム。例えば、ライブ会場からは最高音質の DSD 5.6MHz でアップロードし、サーバー側で 2.8MHz や PCM など様々な形式にリアルタイム変換し、低速なインターネット環境でも聴取可能となるマルチ・フォーマットでのライブ配信が可能となります。

## 7. コンテンツデリバリネットワーク (CDN)

ハイレゾ音源のストリーミングデータは CDN を利用してエンドユーザに届けるのですが、長距離配信のためには少し工夫が必要になります。 CDN 自体はコンテンツ配信のためのサーバー群で、HTTP のプロキシ技術を用いたサーバーをたくさんネット上に配置して多数のアクセスに対応するのですが、サーバー群が音源と距離が遠い場合、TCP/IP のチューニングが必要となります。

ベルリンから日本への配信を例に考えます。IIJ のバックボーンでは、日本と欧州のラウンドトリップタイムは 180 ms、TCP のウィンドウサイズを 64 kB として試算してみると、スループットは次の式で計算できますので約 2.8 Mbps となります。

スループット(bps) = TCP ウィンドウサイズ(B) \* 8 / RTT(S)

 $64\text{KB} \times 8 \div 180\text{ms} = 2,844.44\text{kbps} = 2.8\text{Mbps}$ 



図 4 IIJ インターネットバックボーン

DSD の 2ch を配信するには 11.2 Mbps のスループットが必要ですので、このウィンドウサイズでは圧倒的に足りません。逆にどのくらいのウィンドウサイズが必要かを上記の式を利用して

TCP ウィンドウサイズ(B) = スループット(bps) \* RTT(S) / 8 となりますので

## 11.2 Mbps \* 180 ms / 8 = 252 KB

となります。IIJ で利用している配信用のサーバー群は Linux を利用していますが、このウィンドウサイズは  $64{\rm KB}$  が初期で、それから  $4{\rm MB}$  まで必要に応じて増えていきますので、 $252{\rm KB}$  であれば十分に配信できます。

## ウィンドウサイズ・一回に送るデータサイズ このサイズがスループットに影響する

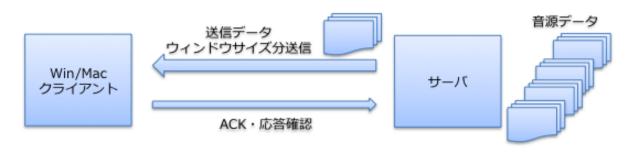
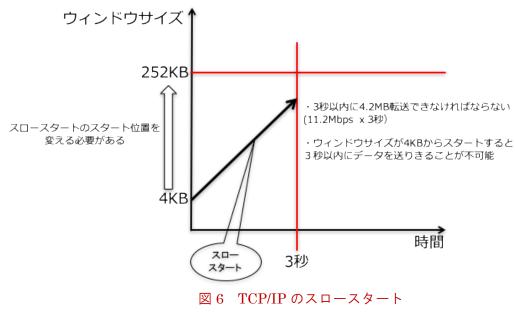


図5 TCP/IP のウィンドウサイズ

続いて考慮しなければならないところは TCP スロースタートです。TCP は輻輳を防ぐためにスロースタートという考え方を採用しています。ウィンドウサイズをいきなり MAX で送信するのではなく、じわじわと上げていくアプローチを取ることで、通信の輻輳を起きにくくみんなで仲良く使えるようにしています。

PrimeSeat の配信では DSD5.6MHz/1bit×2ch の場合、3 秒のデータを送信していますので 4.2MB となります。これを 3 秒以内に送れなければ、連続して再生できない、ということになるのですが、日本から欧州への通信で TCP のウィンドウサイズを 4KB で単純に計算してみると 3 秒では約 66KB しか転送できません。日本から欧州までのラウンドトリップタイム、ウィンドウ



サイズを考慮しつつ計算すると 252KB のウィンドウサイズを転送開始時点から設定して送信すれば良いことになります。実際の設定はオーバーヘッド等も考慮してもう少し大きい値を設定します。IIJ では欧州から日本への自社ネットワークを有していますので、全体のネットワーク状況を見た結果、このような設定をしても輻輳等が起きないと判断ができましたので、スロースタートをしないチューニングを行い長距離伝送を実現しています。

## 8. まとめ

現在提供している PrimeSeat サービスは技術的には DSD だけでなく PCM もストリーミング 可能なサービスとなっており、ライブ配信、ハイレゾ音源のオンデマンド配信、ラジオなどの高 品質配信など、多様なシーンで利用できます。コンシューマ向けにハイレゾ音源をストリーミング提供するサービス、事業者の方がハイレゾストリーミングの技術を利用されるケースも出てきています。ハイレゾ×ストリーミングを検討されている方は相談いただければ、音源の質をそのままに配信いたします。

## ■執筆者プロフィール



大石耕史(株式会社コルグ 技術開発部 部長)

2002 年株式会社コルグ入社。シンセサイザーの開発を経て、2004 年より 1bit オーディオの研究開発を行い、その成果物として MR シリーズや AudioGate 等を製品化。2014 年より現職。同社の新規技術や基盤技術の開発を手掛ける。



冨米野孝徳(株式会社インターネットイニシアティブ 配信事業推進部 副部長) 1997 年株式会社インターネットイニシアティブ入社。IIJ America Inc.の立ち上げ、米国での IIJ バックボーン構築ののち、帰国。ネットワークインテグレーション、セキュリティサービスなどの担当を経て 2017 年から現職。

# ケルン・トーンマイスターコンベンションと、 ドイツでのラジオ中継や教育の現状 名古屋芸術大学 長江 和哉

#### ■はじめに

JAS ジャーナル 2016 年 3・5 月号に「欧州のトーンマイスター教育について」と題し、ベルリン、ウィーン、イギリスの教育内容や現状についてレポートさせて頂くことができたが、昨年 11 月にケルンで行われたトーンマイスターのコンベンションに参加する機会に恵まれた。また、それにあわせて、ベルリンでのオペラのラジオ収録や、ベルリン芸術大学でのトーンマイスターコースの授業について、研究取材を行うことができた。今回、このように JAS ジャーナルに寄稿させていただく機会を頂戴したので、それらをレポートさせて頂きたい。

## **■**トーンマイスターターグング

2016年11月、ドイツ・ケルンメッセで行われた、Verband Deutscher Tonmeister 29. Tonmeistertagung (TMT) ドイツ・トーンマイスター協会(VDT)主催、第29回 トーンマイスターターグング。ドイツでは、録音・音響技術と音楽的知識とセンスを兼ね備えた、「音の専門家」を養成するトーンマイスターコースが2つの音楽大学に設置され、また、その他の大学でもオーディオエンジニアリングの教育がとても盛んであり、これまでに多



くの音楽録音や放送中継のスペシャリストを送り出している。これらのオーディオ・プロデューサー・エンジニアを対象とした本コンベンションが、トーンマイスター教育が始まった 1949 年から行われており、近年は 2 年に一度、ケルンメッセで開催されている。私は、2010 年に初めて参加し、その内容の充実ぶりに驚き、以降も毎回参加している。

TMT は日本語で、「トーンマイスター会議」というだけあり、4日間に渡り5つのカンファレンスルームで放送・録音関連の新技術や研究の発表、また、ホールでのPA/SRのワークショップ

などが行われ、また、同時に 130 の音響機器関連企業の機材展示もあり、とても充実した内容であった。

今回は、VR 元年と言われた 2016 年を象徴するように、3D Audio、バイノーラルオーディオの分野で多くの発表があり、一つのカンファレンスルームでは、3D スピーカー配置とヘッドホン再生用環境(写真)が用意され、これらの音を体感できるようになっていたのが印象的であ



った。またこれらの先進的な技術発表のみではなく、著名プロデューサー・エンジニアらによる、クラシック音楽の録音哲学をテーマとした講演や、公共放送によるビッグバンド録音や、オペラ、ミュージカルなどステージ分野での音響の取り組み、また、マイクメーカー・ノイマンからは 2016 年に誕生から 100 年を迎えたコンデンサーマイクの歴史など、さまざまな興味深いプレゼンテーションが行われた。改めてタイムテーブルを数えると計 160 を超える発表が行われたが、私が拝聴した中から印象的な講演について以下に紹介させていただく。

尚、VDT の Web によると次回は 2018 年 11 月 15 日~18 日に同じくケルンで、第 30 回を記念し開催される予定とのである。

## **VR**

ドイツの放送技術研究機関 IRT(Institut für Rundfunktechnik)は、1 日目に、IRT-Thementag: 360 Grad – Virtual Reality 「IRT テーマ日:360 度バーチャルリアリティ」と題し、関連する様々プレゼンを行った。今後、数年で飛躍的に普及するであろう VR の現状と、将来展望が示され、来たる VR 時代に求められるオーディオ表現の期待が紹介された。19 世紀は小説の時代、20 世紀は映画やテレビの時代、21 世紀は VR というようなプレゼンがあり、とても印象的であった。



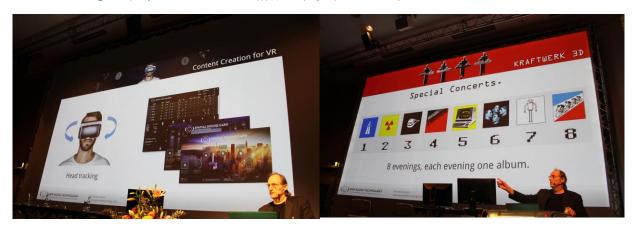
## Auro-Headphones

ベルギーの Auro Technologies からは、「Auro-Headphones」についての技術発表があった。 Auro 9.0 などの 3DAudio の出力から、初期反音射と後部残響音のルームシュミレーション、ヘッドトラッキング、HRTF、外耳の個人差などを用い、バイノーラル 2.0 に出力する技術が解説された。



## Headphone Surround 3D

ハンブルクで 3D コンテンツの制作ツールを開発する New Audio Technology 社は、さまざまな DAW で、物理的なスピーカー出力を使用してのミックスや、ヘッドホンでの仮想モニターミックスも行うことかできるサラウンド・3D ミキシングツール、 Spatial Audio Designer について、様々なプレゼンテーションを行った。 今後、リリースされる予定のドイツテクノユニット、Kraftwerk 3-D Blu-ray には、ドルビーアトモスと、New Audio Technology 社による「Headphone Surround 3D」が収録される予定との紹介が印象的であった。



## BBC バイノーラル・ラジオ

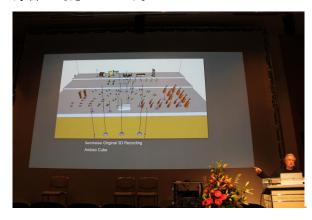
英公共放送 BBC による、ロンドンで毎年夏に開催される音楽祭、BBC Proms の BBC Radio3 によるバイノーラル Web ストリーミング放送の取り組みについて、BBC Research & Development の Tom Parnell 氏により、その実践が紹介された。2017 年 3 月 25 日現在、BBC の専用のウェブページを介して試聴できるようになっている。

http://www.bbc.co.uk/taster/projects/proms-binaural/



## Sennheiser AMBEO

ゼンハイザーは、AMBEO という、3DAudio をスピーカーやヘッドホンで体験するためのマイクや、収録方法についての技術発表を行った。VR 用の音声コンテンツを録音するために開発された。 $AMBEO\ VR\ マイクは、マイクに 4 つのカプセルを配置し、アンビソニック B 方式による録音に対応している。$ 



#### **AMBEO® VR MIC**



Wasn't it time VR audio became an equal partner to VR video? Enter the AMBEO® VR Mic: The new standard in 3D audio capture from Sennheiser lifting VR audio production to a new professional level. With the AMBEO® VR Mic you are able to seamlessly record sound that immerses the listener bringing them a whole new and highly emotional experience.

## 100 Years of Condenser Microphones

ノイマンは、「100年のコンデンサーマイクロホンの歴史」についての講演を行った。コンデンサーマイクは、ウェスタン・エレクトリックの E. C. Wente が 1916年 12 月に US パテントオフィスに登録したところから始まったが、電気を用いないアコースティック録音から、電気録音に変遷する中で、カーボンマイクからコンデンサーマイクを経て、現在では、デジタルマイクや USB マイクなども開発されているというこれまでの流れが解説された。プレゼンの最後は、その考案から 100年経っても、コンデンサーマイクは、今なお、トランスデューサーとしては技術的に最高なもので元気でピンピンしているが (Alive & kicking)、今後どのようなチャレンジが出てくるか? というところで、締めくくられた。



## クラシック音楽録音の録音哲学

クラシック音楽録音の著名プロデューサー・エンジニアらが録音哲学にフォーカスを当てた 2 つのプレゼンテーションを行なった。録音は録音技術のみでは成し得ず、その哲学に基づきながら制作をどのように行うかが重要であることは言うまでもないが、これらが話題に登る機会は、日本では少ないのが現状である。詳細については、プロサウンド 2017 年 4 月号で、シュテファン・フロック氏による、「クラシック音楽の録音芸術」、6 月号では、日本からは深田晃氏もパネラーとして発表した、ウルリケ・アンダーソン氏の「スコアを録音するのか、ホールを録音するのか?」をレポートさせていただく予定である。



## ■ドイチュラント・ラディオのコンサート中継について ベルリン・ドイツ・オペラ



#### 概要

2016 年 11 月ベルリン・ドイツ・オペラでの、18 世紀の作曲家 ジャコモ・マイアベーアのオペラ「Les Huguenots」のドイチュラント・ラディオ・クルトゥーア(DLR)とドイツの公共国際放送 DW ドイチェヴェレの共同収録を研究取材させていただいた。この収録は、ベルリンで活躍するフリーランスのトーンマイスター、フローリアン B シュミット氏 (Mr. Florian B. Schmidt)が、収録の音楽監督トーンマイスターを務め、DW のトーンインジニア、クリストフ・ワースター氏(Mr. Christof Wurster)とオペラ中継のワイヤレスのヘッドセット・エンジニア、ティロ・ファイナーマン氏(Mr. Tilo Feinermann)らの計 4 人で DW の中継車を用いて行われた。収録された音源は 2017 年 2 月 6 日(土)、7日(日) DLR のオペラ中継番組とコンサート中継番組で

2 日間に渡り放送された。また、今後、CD としてヨーロッパのレコードレーベルより発売予定 とのことである。

#### 中継の背景

DLR は、毎晩ドイツを中心に欧州で行われているコンサートを生中継もしくは収録中継している。日曜日から金曜日 20:00 からの「Konzert」では、月曜日は Jazz コンサートであるが他の曜日はクラシックコンサートが、また、土曜日 19:00 からの「Oper」では、オペラ公演が中継されている。

この背景には、DLR はドイツ公共放送連盟 ARD 傘下の公共ラジオで、ARD は、バイエルン放送や南西ドイツ放送など 9 つの地域に、テレビ・ラジオ放送のネットワークを構成しており、それの放送局が、バイエルン放送交響楽団や、南西ドイツ放送交響楽団などの放送オーケストラを持っていることがあげられる。

特にベルリンでは、 $\mathrm{DLR}(40\%)$ 、ドイツ政府(35%)、ベルリン市(20%)、ブランデンブルク放送

(5%)により出資されている演奏団体の運営 母体である roc berlin GmbH があり、DSO ベルリン・ドイツ交響楽団、RSB ベルリン 放送交響楽団、ベルリン放送合唱団、リアス 室内合唱団が出資された放送局により頻繁に 中継されている。 また、オペラに関して、ドイツ各州には様々なオペラ劇場があり、ベルリンには、ベルリン・ドイツ・オペラ、ベルリン国立歌劇場、ベルリン・コーミッシェ・オーパーの 3 つのオペラ劇場があるが、www.operabase.com によると、2015 年-2016 年シーズン、世界で最もオペラ公演が行われているのはドイツとのことであり、それらの中継を行うことは文化的にとても自然なことであるように感じる。



ドイチェラント・ラディオの Web サイトからの番組情報



〇印はABメインマイク Neumann KM130



スポットマイクをセッティングする フローリアン B シュミット氏

## 収録方法

DW の中継車は、デジタルコンソール YAMAHA DM2000 2 台と、ステージボックス YAMAHA Rio3224-D、2 台を、光ファイバー、ノイトリック オプティカルコンによって接続し、DAW Pro Tools と Cubase で収録するシステムとなっていた。収録マイクは、天井より吊り下ろした無指向性 AB メインマイク Neumann KM130 を中心とし、各楽器セクションに配置したスポットマイクと、7 人分のソリスト歌手の DPA4061 と Shure のワイヤレスシステム、下手袖にバンダための XY ステレオ配置された Neumann KM140 マイクを合わせ、計 40ch のマイクインプットで 48kHz 24bit マルチトラックで収録された。図 1 は、現地で確認したマイク配置である。

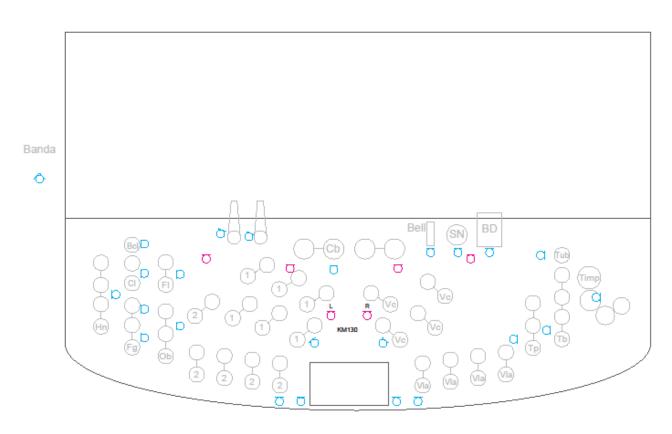


図1 収録マイク配置図



中継車での収録



オケピット内に設置されたステージボックス

#### インタビュー

今回収録を担当したトーンマイスター、フローリアン B シュミット氏(FS)にメールインタビューを行った。

## Q1: オペラ収録と、通常のコンサート収録の違いは何ですか?

FS: まず、オペラ収録では、観衆からの視覚的な側面があり、もう一方ではとてもタイトなスケジュールという現実があります。そして、マイクをどこに配置するかについて、いつも論議することとなります。従って、オペラのレコーディングではコンサートホールの時よりも、はるかに柔軟な考えでなければなりません。コンサートホールでは、(テレビの収録がない限り…)マイクを理想的な場所に配置することができます。(マイクの映りへの配慮)

また、オペラハウスでは、さまざまな職種のプロが働いています。演奏家だけではなく、照明、メイク、ステージスタッフ、サウンド、非常に多くのスペシャリストが関わっており、それら全てが、うまくオーガナイズされる必要があります。オペラ収録では、機材やマイクをセッティグしたり片付けたりする時間は、非常に少なく、また、どうしても長時間働くことになるので、体力が必要となります。

そして、オペラの CD プロダクションでは、録音が 1 日のみで終わることは少なく、編集用に多くの素材を用意するために、 $2\sim3$  日後に、2 回目のショーをまったく同じ設定で収録する必要があります。(ドイツでのオペラ公演は、数日おきに同じ公演が行われるため。) 今回のケースはとても特別で、計 3 日間収録を行いましたが、3 日目の夜は、それ以前と同じ中継車を用意することはできなかったので、RME Micstasy と MADIface XT、DAW Pyramix のモバイルセットアップで収録を行いました。

# Q2 : 今回の収録は、音楽中継と CD プロダクションの 2 つの側面がありますが、その 2 つの違いは何ですか?

FS: 放送のライブ中継の場合、2 度目のチャンスはないので、スコアに関する特別なミキシングの状況、例えば、とても音量が大きな場所、アンサンブル的にソリがある部分や、珍しい楽器の音色などが出てくるところを事前に予想し、エンジニアとしてそれらを処理できるように事前に準備する必要があります。また、CD ではイントネーションの点で完璧な音楽パフォーマンスを得る必要があり、録音プロデューサーとしては、それらと、テンポ、タイミング、ダイナミクスについてなどの編集を提案していくこととなり、これらの違いがあります。

## ■ベルリン芸術大学トーンマイスターコースの授業

2016 年 11 月、UdK ベルリン芸術大学トーンマイスターコース、トースタン・ヴァイゲルト 教授の授業、MischKurs KlassikStereo (ミキシングクラス、クラシックステレオ)を聴講させて 頂いた。

2 から 3 セメスター7 名の学生が受講したこのクラスは、以前に大学ホールでライブ収録された、大学オーケストラの演奏によるブラームス交響曲 1番のマルチトラック音源を用い、オーケ



ベルリン芸術大学トーンマイスターコース スタジオ

#### インタビュー

トースタン・ヴァイゲルト教授に現在の教育についてと、今後の課題についてメールインタビューを行った。

Q.1 ベルリン芸術大学でのトーンマイスター教育は、1970 年から始まり、あなたもその卒業生の 一人ですが、現在のこれらの教育は、自分が受けた頃と変化していますか?

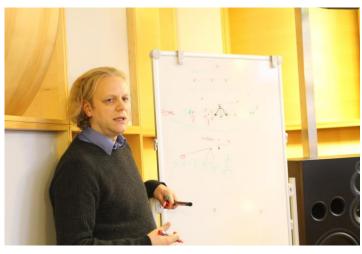
TW. 技術の変化と、5 年間でディプロム・トーンマイスターを修める教育が、大学の教育制度改革で、4年のバチェラーと1年のマスターに変化があったこと以外はとてもシンプルな変化です。教育内容は、クラシック音楽に加えて、全てのジャンルの音楽録音を学ぶことができるようになり、芸術的録音プロデュース(=Künstlerische Aufnahmeleitung)を学ぶ授業や、音楽解釈についての授業、また、演奏技術を高める個人レッスン、さらに、コンサートのライブストリームプロジェクトや、マイクセットアップやミキシングのクラスなど..以前と比べると多様な授業が提供されるようになりました。

Q2.これからの時代のトーンマイスターにはどんなことが求められると思いますか?

TW. トーンマイスターとは、とても高度な専門職で、音楽、聴覚、心理、科学やその他の項目に

ついても非常に広い知識と実践的能力 が必要とされる職業だと私は思ってい ます。これらの中で、特に重要となる のは、音楽の解釈と音に対する高い感 性となります。特に重要なことは音楽 の「音」

だけをみないようにすることです。トーンマイスターの特徴的な能力は、音が音楽となるように、音響的、技術的、実用的な知識を用い、「音のヴィジョン」(vision of sound)を追求することです。



トースタン・ヴァイゲルト教授

もし、私達が、トーンマイスター教育の中で、「芸術的録音プロデュース」と、「音」と「コミュニケーション」について焦点を当てれば、私たちの卒業生は、とても広範囲でユニークな能力を持っていると確信します。彼らは、卒業後に異なる分野の職種に進んでも、他にない広範囲に、また異なる分野にも責任を持つ立場に成り得ると考えます。

Q3.現在、ベルリン芸大学生のコンサートのインターネット生中継をトーンマイスターコースの 学生が担当していますが、今後、新しい計画はありますか?



ベルリン芸術大学ホールからのコンサートインターネット生中継の様子

TW. もちろん。私達には、AURO3D のような形式でコンサートをインターネットストリーミングする夢があります。私たちは、公立大学の限られた資力や環境の中で、何ができるか分かりませんが、将来を楽しみにしていましょう。

## <u>■まと</u>め

幸いにも今回の渡独で、ドイツでのトーンマイスターやサウンドエンジニアを取り巻く、現在の状況について多く触れることができた。

トーンマイスターコンベンションでは、これからの普及が期待される 3D やバイノーラルなどの先端技術が多く紹介されたが、各企業の思惑も垣間見ることができ、参加者は、これらの技術をとても冷静にかつ、客観的に見ているように感じた。また、反面、通常業務で彼ら自身が取り組んでいる録音や放送の制作事例の紹介なども行われ、とても盛んに論議されているように感じた。

私は、ドイツではなぜこれらの分野が充実しているかと考えることがある。私のこれまでの経験や様々な方と出会った中からの印象では、まずドイツはクラシック音楽大国で、素晴らしい音楽の環境と音楽家を育てる教育がある。そして、ドイツは、音響機材の分野では、優秀なマイク/スピーカー、コンソールメーカーがあり、今尚、世界をリードしている存在である。そして、これら音楽と技術の分野を取り巻くように、トーンマイスターとサウンドエンジニアの教育が長年行われているからではないかと考える。録音や音響では、これらの機材を駆使して人に音や音楽を伝えるわけであるが、ただ「音の事実」を伝えるのみではなく、「芸術的な音楽や音の体験」となるような作品や番組を制作していくことについての議論が長年されていることではないかと考える。

私は今後も引き続き、情報収集を続けながら、日本でのこれらの教育が少しでも充実したものになるように微力ながらも活動していきたいと思います。最後に今回の研究取材に協力いただいた様々な方に感謝を申し上げるとともに、寄稿の機会を頂いた穴澤健明氏、並びに一般社団法人日本オーディオ協会の皆様に深く感謝申し上げます。

## ■執筆者プロフィール

長江 和哉 (ながえ かずや)



1996 年名古屋芸術大学音楽学部声楽科卒業後、録音スタジオ勤務、番組制作会社勤務等を経て、2000 年に録音制作会社を設立。2006 年より名古屋芸術大学音楽文化創造学科専任講師、2014 年より准教授。 サウンドメディア選択コースで録音の授業を担当。2012 年 4 月より 1 年間、名古屋芸術大学海外研究員としてドイツ・ベルリンに滞在し、1949 年からドイツの音楽大学

で始まったトーンマイスターと呼ばれる、レコーディングプロデューサーとバランスエンジニアの両方の能力を持ったスペシャリストを養成する教育について研究調査し、現地のトーンマイスターとも交流を持ちながら、室内楽からオーケストラまでの数々の録音に参加した。AES 日本支部、 Verband Deutscher Tonmeister 会員。

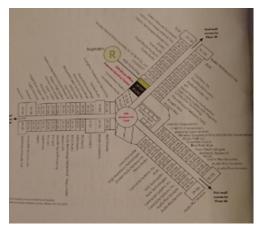
# 2017 CES ハイエンドオーディオレポート

編集委員 / パナソニック㈱

春井 正徳

50回目の節目となる CES が今年もラスベガスで 1月5日~8日にかけて開催された。ハイエンドオーディオが展示された Venetian Hotel を中心にレポートさせていただく。本来だと現場を見てきた者がレポートすべきところだが、弊社から出張した者で一通り全てを廻れた者がおらず、編集委員の筆者が出張者の社内レポートをかき集め再編集した「見てきたようなレポート」であることをご了承願いたい。各々が特に気になった展示のレポートのまとめになっている

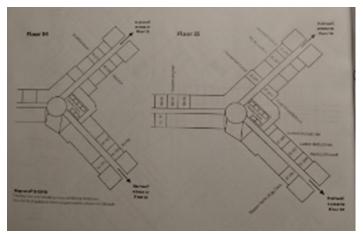
今年の Venetian Hotel は SONY、Boulder、Jeff Rowland、Dan Dagostino 等常連だった何社が本会場の Las Vegas Convention Center(LVCC)のみの出展にしたりしてブースの数が減少し、Venetian Hotel に出展した会社も部屋代の高い 34-35 階を避けて、幾分リーズナブルな 29-30 階に集中する傾向が見られた。ブランド名までは読み取れないが下のフロアマップの写真で密度を感じていただきたい。







30 階



34 階~35 階

そんな中でも中堅メーカーの活躍が目立っていた。印象に残った幾つかのブランドを紹介していく。

## MOON by Simaudio Ltd.

カナダのブランドが今年の CES で最大のモノパワーアンプを展示していた。888W/ch。"888" は製品スペックであると同時に製品品番になっている。下の写真では見にくいが、壁の表示に"888 Lucky Watts"とかかれており、最初はどういう単位かわからず悩んだが、カジノの街ラスベガスのスロットマシンをイメージした単なる洒落だったらしい。音デモは控えめな音量なので、大音量時のパフォーマンスを確認できなかったのは残念。



888 Lucky (?) Watts



350,000 µ F 以上の電解コンデンサが並ぶ



**Evolution series** 

## **ELAC**

Jeff、TAD 等に居られたアンドリュー・ジョーンズ氏が ELAC 移籍後デザインした第 2 弾となるスピーカーシリーズを発表。第 1 弾がエントリークラスだったので、今回の上位クラスは注目を集めていた。







トールボーイ \$5,000 (ペア) ブックシェルフ \$2,500(ペア) センター \$2,000

デジタル系では Roon フル対応 Music Server の新製品のプロトタイプを展示。1 年間の Roon 利用料金込みで\$2,000 の予定。現行製品の DS-S101-G は機能限定の Roon Essential 対応で約\$1,100。



Roon 対応 Music Server 左:新製品のプロトタイプ 右:現行モデル DS-S101-G



## Mark Levinson by HARMAN

今年の Venetian Hotel で一番の話題になっていたと思われるのが、「Mark Levinson がこの時期にアナログプレーヤに初めて参入してきた」というニュース。ベルトドライブ式で、ヘッドシェルー体型のトーンアームは 3D プリンタで成形されている。2017 年春以降に USD10,000 で発売の予定。

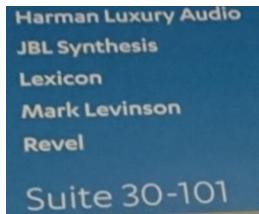




## HARMAN by SAMSUNG

昨年 11 月に HARMAN が SANSUNG に買収される、というビッグニュースが流れて、まだ記憶に新しいが、Venetian Hotel ではなく、本会場の LVCC の SAMSUNG のブースでは HARMAN 傘下の一連のブランドがお披露目されていた。上の Mark Levinson を含めて、HARMAN のブースは Venetian Hotel に健在。





## **Monitor Audio**

こちらも昨年暮れに、Monitor Audio が Roksan を買収したというニュースが流れたが、今年は合同展示になっていた。



## Clear Audio

フラッグシッププレーヤーと Phono EQ。Phono EQ は別筐体電源へのアップグレードと電池 駆動の商品が用意されている。充電式で 10 時間の使用が可能。





#### Naim Audio

中級アンプシリーズの Uniti のデザインを一新し、どちらかと言うと、よりリーズナブルな価格帯の Muso のデザインを踏襲したデジタルオーディオプレーヤを内蔵した 3 種類のアンプを展開(各 USD3,200/USD6,000/USD7,500)。周りライティングの光り方が、かなり高級感があり、フロントのディスプレイも iPhone の Retina ディスプレイ並に解像度が高い。他に HDD の NASサーバー(USD3,100)をラインアップ。









## Kharma 社 Exquisite Midi

オランダの HiFi オーディオメーカー。高さ 2m にもなる Exquisite シリーズのスピーカーを含め総額 1 億円ほどの、恐らく今年の Venetian Hotel で最も高価なシステムでデモ実施。最大 100W 出力あり、大出力・高音質を両立させてライブ会場のような臨場感を味わえる流石のシステム。



## COMO audio 社 DUETTO/SOLO

ストリーミングスピーカー。Internet ラジオのほか、Spotify、Bluetooth(atp-X),FM, DLNA(WiFi)Google Cast に対応。ラジオを触るような感覚で手軽にデジタルストリーミングサービスが楽しめる。デザインもさることながら、音質も良い!ROLLINGSTONE 誌や CNBC などからの絶賛のコメントもボードで紹介していた。他にも類似の商品を Venetian Hotel で展示しているブランドはあったが、ストリーミングスピーカーをメインの展示にしているのはここだけで、自信に満ちた音を聴かせてくれた。



## SweetVinyl

アナログレコードの復活に併せて周辺機器も盛り上がっていた。アナログプレーヤとアンプの間に入れて使用する SugarCube を 2 機種展示。機能としては、①USBメモリへの録音、②ヘッドホン出力、③リアルタイムでのクリックノイズ・ポップノイズ除去、④USB/LAN/HDMI入力付 DAC。上位機種では更に自動でメタデータを作成し、トラック分けも実施できる。





## Kef

LS-50 ワイヤレススピーカー。元々パッシブスピーカーだったデザインをアクティブ/ワイヤレス化した商品。天面にはバックライト付きタッチキーがあり、Wifi、USB(B)接続などに対応している。流石に Phono インプットまではなかった。





## Onkyo

Linux ベースの OS を使用したエントリークラスのネットワークプレーヤーと Alexa 対応 Web カメラ内蔵スピーカー、ハイレゾ対応スマホ等





## Arcam

AirPlay Play-Fi 対応で Alexa のアップグレードにも対応したネットワークプレーヤー rPlay (左、\$599)と、同じケースを使用した MC/MM 対応の Phono EQ(右)。







## TAD

USD12,495(ペア)の小型スピーカーME-1にてデモを実施、(ソースはアナログレコード)サイズ感以上に分厚い低音で、非常に温かみのある良い音だった。スピーカーの側面にスリット状のバスレフポートがあり、工夫がなされている。音の完成度はピカイチ!



## MartinLogan Ltd.

音が非常にまとまっていた。プレーン型だが、センター定位が同軸を上回る。





ウーハ一部アンプ



## **DS-Audio**

光カートリッジと専用の EQ システムを展示。デジタル音源かと思わせるようなタイトでクリアな音が印象的。なぜか、現場での最終調整に使われたと思われるアジマスメーターが見えるところに置かれていた。



光カートリッジ搭載ターンテーブル



専用イコライザー

## **Technics**

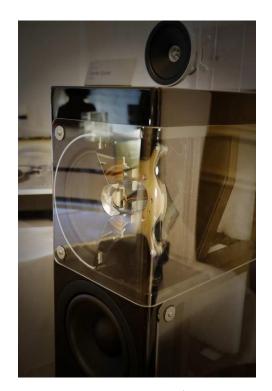
新商品を含む新生 Technics の全ラインアップを展示。やはり、ターンテーブル SL-1200GR の注目が高かった。



SL-1200GR



SU-G700



SB-G90 カットモデル



メインの試聴システム



後姿の女性は毎年聴きに来てくださる JASではお馴染みの Lyn Stanley さん

## ■筆者プロフィール



春井 正徳(はるい まさのり)

1960年生まれ。1983年京都大学卒。同年松下電器産業株式会社(現パナソニック株式会社)入社。CD プレーヤ用 IC、1 ビット DAC、デジタルオーディオ信号処理の開発に従事。現在は AVC 機器の製品環境法令担当。趣味はウルトラマラソン。

# 音との付き合い 70 年~(その 4)アイワ時代 NH ラボ株式会社 中島 平太郎

## 1. 招かれざる客

#### (a) 初出勤

1983 年 1 月 28 日アイワ入社の初日、定刻 9 時に出社した。三辺祐介社長とお会いできたのは 11 時過ぎ。2 時間遅れが社長の活動パターンだそうだ。「ならばそれまではフリー。 折角のチャンスだ。 そこいらにいる秘書さん達みんなでお茶でも飲もうや」

「社長いつもこんなに遅いのか」 - 「何故か朝は寝起きが悪そう」

「じゃ夕方は」 - 「8時でも9時でも平気」

「僕はとても付合いきれん」 - 「副社長のことはソニーの秘書の方からいろいろ伺っています」

「そうか、悪行はみんな筒抜けか。そりゃ気が楽だ。明るく楽しくやろうや。何か心掛けておくことはないのか」-「副社長、ひとつだけ。月曜の昼、役員の方で昼食会があります。社長の訓示で一週間が始まります。 役職順に席が決まっています。社長が着席してから食事が始まります。それまで箸を持たないしきたりです」

「その社長じゃ汁物がさめた食事になるよなあ」 - 「一事が万事。うまく付き合ってください」

初対面の社長 - 「『ラジカセ』は当社のドル箱。これは私社長の直営。それを軸にソニーから出向している  $K_1$  常務が『デジタル』、 $K_2$  常務が『ビデオ』を担当し、現状の商域は 3 人で過不足なく運営している。君はその現状を見ながら『次』を考えてくれればよい」 - 『次』が何を意味するのか。 - それはともかく私は来年社長含みの副社長。5000 名の小世帯の会社とは言え、それを率いる身である筈。それなのに何と悠長な役職?でよいのかと思ったが。暫く社長の言葉を額面通りに受け、その身分で泳いでみるのもありかと思い直した。

それから3ヶ月間、フリーな身分を利用し、お得意さんへの新任の挨拶も兼ね、製造から販売まで、 あっちこっち国内から海外まで行脚して一巡した。ソニー時代を思い出し、それと見比べながら現地との 交流を図った。社長からは「また物見遊山か」と揶揄されたが。

## (b) 物見遊山を終えて

私にとって多くの収穫のあった3ヶ月であった。その中で次の2点が気になった。

#### ① K<sub>2</sub> 常務のビデオ戦略

家庭用ビデオは親会社の 8max の OEM 下請けを宇都宮南工場で製造している。その 8max と松下電器の VHS が再生時間とビデオ品質で熾烈な規格闘争をやっており、昨年暮れよりソニーのファミリー作りの失敗から 8max は敗色が決定的となった。その 8max を何故かソニーが増産を企画し、アイワが製造ラインの増設を要請され、仕事が増えると喜んでその要請を鵜呑みにする常務。とんでもない時流の読み違い。差し迫っている 8max 凋落の足音を感じないのか。吹く風に逆行してまで作りたい親会社の真意も分析しないで - 「それはないでしょう」

## ② K<sub>1</sub> 常務の CD 戦略

82 年の CD 誕生。翌年暮の D50(ヒットモデル)のソニーの独走の中、大手業界が価格と品質を目途

に社運を賭して商品化を進めている。僅か数人で同じ手法の正攻法ですすめているアイワの CD - 何をセールスポイントに、どういうタイミングでという定見もなく、大手並みの対応ですすめている - それでうまくゆく筈がない。人材の量と質をもつソニーの手法を鵜呑みにする愚と危うさ - 少しは頭を働かせて -

この2点、いずれもソニーの中でソニーらしく育ってきた人達らしい発想。その延長線上でスケールも技術レベルも桁違いのアイワでうまくゆくとは思えない。身の丈にあったマネージメントが必須の筈だが一「社長は上の事例をどのくらいご存知か」 - 「余計なことに嘴をはさむな」 ここらが招かれざる客であるかも。社長の言う「次」の内容は社長の思惑とは違うかもしれないが、やはりビデオとデジタルはさし迫ったアイワの課題。私は当然ここに焦点をあてることにした。

#### 2. アイワらしさを求めて

毎朝 9 時に出勤し、午前中閑古鳥が鳴く中で「アイワらしさ」を探すことにした。最初の数日は手持無沙汰で上野の山とか黒門町の街並みを眺めていたが、来客も1人2人と増えてきた。

## (a) 生え抜きで社内唯一のメカ屋 高木勇常務 - CD ピックアップの手造品

「このピックアップ私が作ったもの。ちょっと贅沢な作品だがメカ的に十分練上げ、きちんとメカアースをとったもの。隣の  $K_2$  常務のところでやっているものとは育ちが違う」

なる程押さえるところは押さえてあって理に叶っている。「商品としては不向きだが面白い。これ、ピックアップの評価装置に仕上げてほしい」-「業界の大手が競って開発しているキーパーツをその装置で調べ上げ、よいとこ取りでアイワのピックアップを仕上げましょう」

ついでに今進めている DAT の次は必ず録再可能 のディスクが話題になる。 - 「その時のディスクの

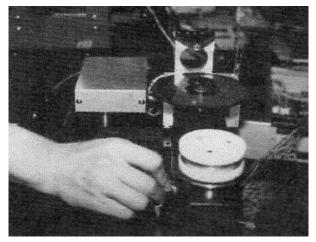


写真 1. CD 用ピックアップの評価

評価のために使えるよう2 倍のレーザパワーにしておきましょう。 その評価装置で業界をリードしたいから」

## (b) ソニー技研にいた関谷哲夫氏来社 - 開発中の薄膜多層ヘッドの進め方

「開発の目途がついたが今の技研で今後のすすめ方を相談する人が見当たらない。アイワでは無理でしょうね」 - 「ソニーの現状では貴君の悩みは分かるがアイワでは荷が重すぎる。近く発足予定の DAT 懇談会にソニーから提案するのが一つの方法。ここでその位置づけを考えよう」

## (c) NHK 技研在職の溝口章夫氏、アイワに転職の挨拶

「家内も OK してくれました。来月から出勤します」 - 「良い時に来てくれた。実はソニーから手持ちカメラの手振れ防止の研究依頼を受けている。カメラにマイクを仕掛け逆相接続すれば防止できる筈。溝口さんにピッタリの研究」云々 - 「中島さん、やり方は NHK 時代と少しも変わっていませんね。人使いの荒さといい、

急がせることといい、、、」 - ブツブツ独り言を言いながら溝口さんは帰っていった。

## (d) 開発部門上田順筰氏(アイワ) - データレコーダー試作品持参。商品化について?

デジタル波形処理回路を改良して信頼性向上を図ったもの。MSX パソコンに使用した場合、倍速ロード機能(1200 ボー。テープ)を持ち、ロード時間を半分に短縮したもの。 - 「データ分野では後発ですが、いかがでしょうか?」 - 「この分野は、私は素人だが、面白いと思う。AV 分野は将来著作権などでもめそうだからデータ分野に目を向けておくのは賢い。是非商品化しよう」

## (e) パイオニア岩下隆二氏来社 - DAT 懇談会の設立の件

かねてから打合せ中のオーディオ専用小型カセットを用いた、デジタルオーディオテープレコーダーの世界規格統一の構想がまとまった。内外 50 社前後の会社で構成する。- 「貴殿に会長をお願いする。 引き受けて貰いたい」- 「当初からデジタル化を進めてきた私だ。やりましょう」 - 「発起人は貴殿のほか井上敏也(日本ビクター)、山本武夫(パイオニア)、眞利藤雄(日立)、飯田義男(松下電器)の各氏にお願いする予定」- よしここでアイワの存在感をどうアピールするか。

#### 3. 社長就任第1日目

「皆さんよろしくね。副社長の1年間、無駄飯食って勉強した」

## (a) 会社のしくみ

「9 時に仕事を始め、3 時に一息入れてお茶を飲み楽しく明るく仕事しましょう。人事ですが、塩田多喜蔵氏(ソニー映像関係)を取締役に新任。当社の技術全般を担当して戴きます。 $K_1$ 、 $K_2$  常務は退任。ソニーに帰ります」

「工場関係ですが、川口にメカ専門のデバイス工場を新設します。三次元測定機を入れてメカの精度向上を期待しています。宇都宮南工場の8max製造ラインの増設は取りやめます。また工場勤務者の年齢構成と賃金体系の検討に入ります」

## (b) 商品関連

「中堅オーディオ会社として『よい音の追求』、『使い易さ』、『カッコよさ』をモットーに、業界初、世界最小(軽薄短小)を目ざして頑張りましょう。私達の得意な分野は『ラジカセとテレコ』。ユニークな商品力をベースに質量とも今後とも業界をリードしてゆきましょう。順風満帆と言いたいところだが、オーディオ界にデジタル化の波が大変な勢いで押し寄せています。このデジタル化の波はレコード、テープ、音声放送などのオーディオソフトはすべて『等質』(アナログの場合はレコード、放送音声、テープの順に音質が劣化)と『抜群の操作性』という魅力溢れた代物です。これが定着してくると、それぞれの性格から『オーディオソフトの再生はディスク』、『テープはソフトの収録』(レコーデッドテープは不要)、『放送は AM、FM のアナログのまま』の地殻変動が起こります。『ラジカセとテレコ』がその波をかぶるのは必至です。どうか今から準備してください」

「当社設立以来の商品、マイクとスピーカー。現在一寸元気がないが、オーディオを看板の当社としては 是非とも手がけてほしい分野。デジタル化によって変わるライフスタイルの変化が絶好のチャンスです。 NHK から溝口章夫氏をスカウトしました。(氏は 60 年代アイワのリボンマイクの技術指導をした経歴の持主) 私も好きで手伝うからこの分野で花を咲かせたい」

「次世代のためにということで『ビデオ』に焦点を当てているが、この開発は当社の規模と技術力では真正面から取り組んでも期待通りの成果が得られる目途が立たない。とくに 8max、VHS のシステム戦争は決定的に8max が不利である。恐らく壊滅的な結果になるであろう。その8max にソニーからの OEM を期待し過ぎて製造ラインの増強が企画されている。これは全くの見当違い。1 ラインすら持てなくなるかもしれない。製造品目に8mm ビデオ、データレコーダーを加える準備。アイワとしては8max の競争相手のVHS の製造も視野に入れた方が良いと思っている。」

「デジタル機器。ソニーから D50 というヒット商品が発売され、これを機会に CD の時代が到来する。当社は残念ながら商品化のタイミングを逸した。しかし真正面から後追いで商品化を急いではいけない。 D50 は早くて超小型で、まことにあっぱれではあるが、『早い』、『超小型』のために、操作性や品質面で完全無欠というわけにはいかない面があると思う。当社は遅れついでに開発したピックアップを使って、徹底して D50 や先行他社の CD を分析し、その中から良いとこ取りで、より使い易い、より理想的な CD を目指すという手法を取るのも一法かと思う。 DAT では私が懇談会の会長。ソニーの技術を軸に業界をリードしてゆくつもり。その中でベストの解を見つけよう」

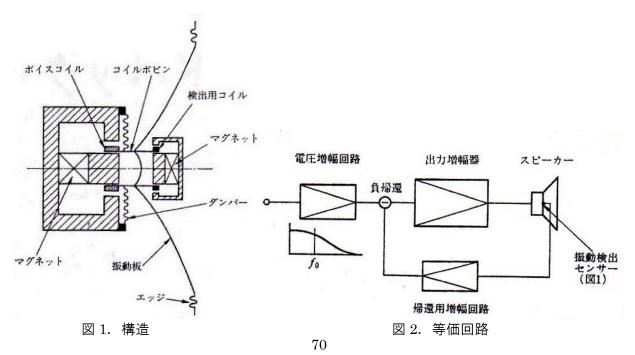
「とにもかくにもアイワはオーディオを主体とする中企業の会社です。大企業にない身軽さとスピードを 武器として、身の丈を少し背伸びしながら『アイワならではのアイワらしい』ユニークな商品を作りましょう」

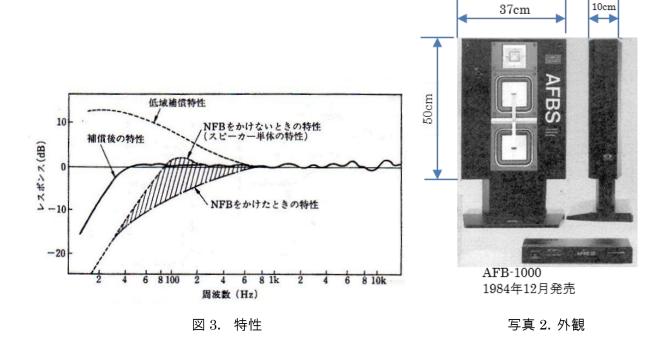
## 4. 少し背伸びして

「オーディオで存在感を意気込むときに決まって先取りする会社はソニーではなく関西のある会社。その会社をマークすべき。 形振り構わず先取りしよう」

## (a) 重低音再生用超薄形スピーカーシステム(1)

スピーカーの振動系を NFB(負帰還)ループに組み入れて、スピーカーで発生する非直線ひずみを補正 しようとする試み。 NFB の出力端子を振動板の直前に設置したマイクの出力まで延長したもの。 スピーカー の振動板の振幅が低音域で周波数の 2 乗に反比例するのを利用して NFB をかけるのが、効果的に低音 を伸ばせるコツ。 キャビ容積 12 リットルで 40Hz が再生できるすぐれもの - 「これがセールスポイントです」





## (b) 高い信頼性をもつデータレコーダー

RS-232C インターフェースをもつカセット並みの容易さで、BASIC プログラムの実行が行えるようにしたもの。 高信頼性が評価されキャッシュレジスターデータのバックアップ用や、大学の実験データ用ストレージなど 業務分野などに引き合いがある。非家電分野でアイワ唯一のヒット商品。データのやりとりという点ではデータ コミュニケーション用モデムも忘れてはならない。



写真 3. データレコーダー DR-2 1985 年 3 月発売 独自のデジタル信号波形処理回路の採用により高い信頼性をもってデータのロード・セーブを行えるデータレコーダー

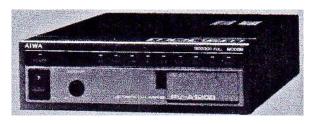


写真 4. データコミュニケーションのモデム PV-AT1200 (1987)

## (c) ラジカセの延長線上で

得意分野のノウハウは貴重なもの。 ラジカセの余勢を駆りて超薄型 FM/AM ヘッドホンステレオレコーダー、 絵のでる CDG ラジカセ、etc. . . . 。



写真 5. 超小型 FM/AM ヘッドホン ステレオレコーダー HSJ08 (世界初 IC リモコン付き)(1985)



写真 6. CD ラジカセ CSD-EX05(1987) テレビとつないで絵がでる CD-G (CD グラフィック) が楽しめる

## (d) 小型で明るい 8 mmカムコーダ

携帯用を歌うなら、まず揺れ防止を特徴にしよう。溝口君にその仕組みを頼んである。



写真 7. リモコン付き小型で明るいカムコーダ CV50(1987)

## (e) 開発中の光ピックアップ検査装置の活用

「現在大手化学メーカーで開発中の次世代記録ディスク。その開発目標の立て方に腐心していることと見受けられます。現在進行中のDATのディスク版は不必要。私見ですが光記録ディスクはCDとの密接な考えの下に開発すべき。そのためにCD評価装置を使って開発中の各社のディスクの評価を行い、その中から次世代ディスクの方向を求めます。次のアイワのディスクの方向はここに焦点をあてたい考えです」

## 5. DAT 懇談会

オーディオ信号再生の光ディスク CD に対し、録音再生可能の磁気テープを用いたオーディオ専用のカセットシステムの標準化が次世代オーディオシステムとして取り上げられた。

### (a) 標準化作業の開始

懇談会には国内外から 49 社の業界団体からの参加を得、運営は会長 中島平太郎、代表幹事 岩下隆二(パイオニア)、藤本正煕(日本ビクター)、小暮拓也(松下電器)の各氏が担当し、1983 年 6 月 24 日 第 1 回の会合が持たれた。

テープとヘッドの信号授受の方式としてビデオと同じくヘッドを高速回転させ、テープヘッドの相対速度を数 m/s に上げ、テープ走行方向に対して斜めに記録する回転ヘッド方式(R 方式)と、オーディオの記録方法と同じく、ヘッドを固定しテープを数 cm/s~数十 cm/s の低速で動かし数十個のヘッドを並列に束ねて使う固定ヘッド方式(S 方式)の 2 方式が取り上げられた。

# (b) R 方式か S 方式

標準化作業 2 年を経て、両方式とも所要の目的に適することが明らかになった。同時にこれ以上細部をつめる二者択一の時期でもあった。苦渋の選択の結果、R 方式の方が VTR 技術で先行している分、短期的な実用化の実現性の高さを評価した。S 方式は残念ながら開発途上の印象から抜けられなかった。将来データレコーダー用などを含めて実用化されることを期待したい。R 方式への決定にともない代表幹事は小暮さんに代り小坂雅博氏(松下電器)に交代となった。

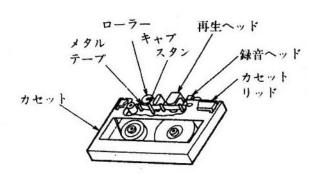


図 4. S-DAT の構成

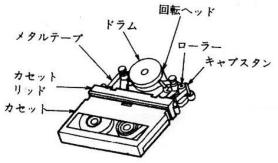


図 5. R-DAT の構成

### (c) 著作権問題

CD のコピー防止と DAT 作品のデジタルコピー対策。 ソフト側と数十回議論を重ねた。

- ・DAT の標準化周波数の制限
   録音・再生用 48KHz オプションとして
   32KHz(長時間用や 4 チャンネル用)
   録音済み DAT ソフトの再生専用 44.1KHz
   (出力のみに限定)
- ・デジタル入出力信号の取扱い
  入力においてはソースにコピー禁止コードがあれば記録不可

出力においてはテープ上にコピー禁止コードが あれば必ず禁止コードを送出する

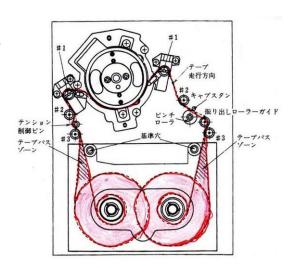


図 6. R-DAT 概要: カセット外形 73×54×10.5mm

### (d) 標準化作業の終結

DAT の技術仕様がほぼ固まった 1986 年 6 月、国際的な電気通信学会である IEEE 学会主催の ICCE 会議(シカゴ開催)にて DAT 懇談会で審議された DAT 技術<sup>(2)</sup>を報告した。その後 DAT の実用化に 向けて DAT 機器、テープに統一する一般呼称、ロゴを検討し、第 10 回 DAT 懇談会(1987 年 7 月 14 日)で承認され終結することにした。

### 6. 構造改革

少し背伸びして、アイワらしい新商品の開発を促す旗を振り、それに CD や DAT の新技術を取り込んで行けば、行き過ぎや失敗作があっても新機軸の活性化がそれを上回っている限り、会社は順調に推移すると予想される。残るは構造的な労務問題や賃金体系の改善を進めてゆけば、アイワの将来は安泰と踏んでいた。事実、社長就任 1 年後は僅かながらも増益となった。

問題は 1985 年半ばから吹き荒れ始めた想定外の円高が、その安定を覆す勢いで吹き寄せてきたことだった。構造的な弱点を持つアイワの経営体質は脆くも打撃を受けた。待ったなしの対応を迫られた。私はここで決心した。この円高の天災を利用して、従来考えていたよりももっと徹底した構造改革を実施することを決めた。「卯木さん(副社長)、着任早々だが懸案の構造改革をこの絶好のチャンスにやりたいが」 - 卯木さん「よい時に当たった。最初の仕事として私にピッタリ。楽しくやりましょう」

### (a) かね

# ①ドルの推移

「当社設定レートで追いつかない。 どこまで 円高が進むか見当つかないが、86 年決算期 200 円、87 年 150 円では甘いかな」

#### ② 決算予想

「円高要因だけでも 86 年 5 億の赤、87 年 70 億の赤。どうせ赤なら徹底して構造改革 だけでなく体質改善まで踏み込む。野垂れ 死にするより赤字幅を増やしてもやり抜く。」

#### コメント

株主総会で赤字決算の侘び、頭の下げ方を70°から90°まで曲げるだけ。

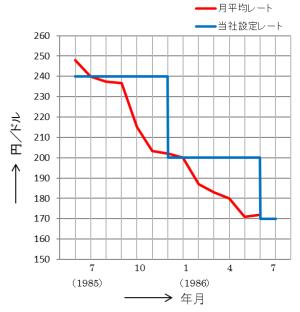


図 7. 1985~1986年の「ドル」の推移

### (b) ひと

#### ①管理体制

代表取締役3名、30%賃金カットで全責任を負う。

中島社長(総務·技術)、卯木副社長(営業)、上原専務(生産·経理·労務)の3役員を除き全取締役休職扱い

ソニーからの出向役員即刻解任

② 希望退職の実施 86 年 7 月 8 日布告 87 年 2 月までに完了 全従業員(技術者を除く) 国内 3150 名を対象に、その約半数 1500 名を予定。

残留者の賃金 10%カット。退職希望者は積み増 賃金体系の見直し

#### コメント

積み増しインセンティブの量と退職者の見込み数の予測。先例が参考にならない。どう腹をくくるか。これは 自分の勘を頼りに決断するしかない。マイクの開発で結局最後は勘で孔の数と位置を決めたのと同じかな。

# (c) もの

- ① 工場の海外シフト
  - ・国内工場の業種再編

宇都宮北工場の閉鎖 生産機械は海外に 移転

宇都宮南工場は予想通りβ max の OEM86年に終了。

 $\beta$  max ラインは 8mm ビデオ、データレコーダー、VHS の製造に転換

岩手工場の希望退職分、3割減の生産量に

- ・海外工場
  - シンガポール現工場に加え、生産量3倍増の新工場建設
- ② 販社の縮小再編 国内 30 営業所の半減再編
- ③ 本社機構の再編効率化

上野本社ビル、神田分室、金杉工場、神田営業所の廃止、売却池の端に7階建新ビルに統合移転 デバイスの川口工場は増強

④ 在庫/遊休資産処分

適正在庫に集中管理、遊休資産処理

# コメント

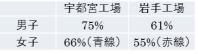
スクラップアンドビルト。前者は当然のせいか分かり易い。しかし、ビルトの新家屋移転とシンガポール3倍増の 説明と了解を取るのが大変。色眼鏡を掛けると贅沢に誤解されやすい。

時間との競争、真意の伝え方、わが心のゆらぎ、いろいろ勉強になった。

### 7. DAT アイワが一番乗り

### (a) DAT 準備完了

- ① 親会社ソニー社長に報告
  - · DAT 懇談会は 1987 年 2 月 20 日に終了しました。
  - ・オーディオ専用カセットは回転ヘッド方式(73×54×10.5mm)で規格統一しました。
  - ・ソフトウエアに配慮して、CD の標本化周波数 44.1KHz では録音できないようにしてあります。また、



30才以上の労務者の割合

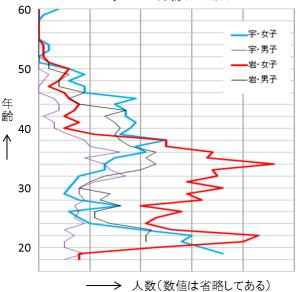


図 8. 国内工場の労働力構成

連続してデジタル記録できない仕組みも取り入れてあります。

- ・通商産業省機械情報産業局長名で「DAT の商品化について」の通達を受領しました。60 機局 第 44 号(昭 62.2.2)で DAT の商品化の諒承を得ました。
- ② DAT 商品発売のお願い—「ソニーが先陣を切って発売してください」
  - · DAT の発売についてのベースは以上のように整いました。
  - ・DAT カセット、プレーヤーの商品化、開発は小高健太郎氏、商品は君塚雅憲氏のグループで完了 しております。
  - ・業界の申し合わせで、発表は2月3日以降。発売は3月1日以降になっております。
- ③ ソニー社長からの指示--「ソフトの圧力そんなに怖いのか」
  - ・社内で検討の結果、ソニーでは先陣を切らぬことにした。
  - ・商品第 1 号は DAT 懇談会会長会社アイワでやってほしい。
  - ・発売に必要ならソニー事業部で用意したものを流用してよい。
  - ・価格、発売方法、形式はすべて君に任せる。

# (b) DAT デッキ、カセットの発売

- ① 発売案内 (業界でトップを切れる楽しさ)
  「アイワは DAT 懇談会で決めた R(回転ヘッド)方式の規格に準拠した DAT デッキ
  XD-001 並びに DAT 専用カセットテープ
  2 種類(DT120、DT60)を3月2日発売します。本機発売に際し新ネーミング
  EXCELIA を採用します」
- ② 発売の反応—(予想通りの反応か) 「抵抗勢力が色々あったようだが、よくやって くれた」音楽愛好家からの賛辞をいただいた。 「自分が主動してデジタルソフトが作れる。



写真 8. DAT デッキ XD-001 EXCELIA

画期的なことだ | オーディオソフト製作者、学会研究者からも大変良い反応だった。

いい気分で発表会場から帰社した私に待っていたのはレコード協会と音楽著作権協会の両会長からの厳しい電話であった。「お前、自分で作った CD を壊すつもりか」 - 「とんでもない。それを助長する為の制作道具ではないですか。CD 対応は何回も保護対策を話し合ったではないですか」すれ違いの応酬ははてしなく続いた。

### 8. 起死回生の工場建設

構造改革より円高のスピードが速かった。生産の海外シフトの遅れが最も大きい打撃であった。待ったな し。シンガポールの3倍増生産シフト計画の半年前倒しを決めた。

私と卯木さんはシンガポールエアラインの中で詳細を打合せることとした。「社長、副社長が同じ航空機で 事故にあったら困る。別の便で。事故でいかれたらアイワもいかれる」

夕食を済ませて売りに出た工業団地 (敷地 27,000m²)の一角で車を降りたら、 数十匹の野犬の鳴き声に迎えられた。 角に立てられた電柱の1個の電球を通 して拡がる暗闇を透かしてみる 静寂に 一抹の不安を感じた。引返してもどこを 向いてもシンガポールの工業団地は似 たようなものだろう。この地を起死回生 の基地と定めた。



写真 9. アイワ シンガポール第 2 工場

明けて翌朝 Mr. Lee Yock Suan(シンガポール労働大臣)に会い、Jurong 地区にオーディオ製造工場建設決定を報告、協力と支援を依頼した。完成を半年後の 1987 年 2 月と言ったら驚いた様子だったが勿論快諾してくれた。1 週間後の着工を決め機中の人となった。

生産シフトのみならず、商品シフトまで徹底することが重要と考え:

- ◆ 現地で商品設計ができるよう現地技術者 30 名の募集
- ◇ 部品調達の現地化
- ◇ 宇都宮北工場の製造設備の移動再稼働化
- 3項目を同時進行することも決めた。

1987年2月6日シンガポール第2工場完成。建築面積6853m<sup>2</sup> 従業員当初約500名 生産額60億円からのスタートとなった。着工して半年での突貫工事であった。やればできるものだと妙な自信をもった。



写真 10. オープニングセレモニー

左から 2 人目: Mr. Philp Veo (EOB Chairman) 左から 3 人目: Mr. Lee Yock Suan (Labour Minister)

左から 5 人目: Dr. Wong Kwei Cheong (MP for Calrmhile)

- ◆ 新工場のオープニングセレモニー(2:00 pm) テープカットと工場見学

私の大好きなドボルザークの「新世界」を新開発のDATで再生しながら幕を開け、入場者の表情を新作カメラに収めてのバンケット開場。大きくふくらんだラジカセの世界征服の夢を語りつつ宴は進んだ。香港から呼びよせたホステスの余興に杯を重ね、最後は「上を向いて歩こう」の合唱で会をしめくくった。私にとっては上出来のセレモニーであった。



写真 11. ディナーショー

#### その翌朝:

オープニングセレモニーに招待した秋葉原と日本橋の家電販売会社の社長 30 名を、シンガポールの港湾岸に案内した。停泊中の大型貨物船を指さし、「昨日御覧戴いた新工場で作られた商品、この貨物船にコンテナ毎積載して全世界に輸出します。コンテナ毎お買上げ頂ければ3割安の価格で提供できるように企画しています。御期待下さい」

### 9. DAT と海外シフトの光と影

背伸びしたり、戸惑いながら、私のアイワ生活も 5 年目を迎えた。振り返ってみると、アイワの規模からくる 従業員の皆さんとのつき合いの距離や間合いは、私にとっては丁度頃合いのなじみやすい会社であったように 思われた。豆撒き、お花見、運動会、餅搗きのアイワらしい古風の行事に、家族的なつき合いにも慣れ 始めた頃、世の中は円高の嵐が、家電業界ではデジタルの波が押し寄せていた。好むと好まざるとに かかわりなく、会社はそれに巻き込まれた。受けなければ流される中で、私は相棒の卯木さんとどうやれば 泳ぎ切れるかに智慧を絞った。CD に続くテープのデジタル商品 DAT とシンガポールへの生産シフトを 2 本の柱として取り上げた。

幸いなことに、この 2 本柱でそれぞれ何とか流されかけた会社を立て直す目途を付けたが、その復興の「光」の部分の反動として、ともに歩いてきた 3,000 人の従業員の方々に「影」を押しつけることになった。その中の約半数の方には退職して戴き、残留の方には賃金カットを強いる結果となった。

光の部分をさらに輝かせ、影の部分の傷を癒す思案をめぐらしている中、ソニーのトップでは「光と影」の振幅の大きさと速度の速さの変化に、私と卯木さんにそのまま突き走らせるのに危惧を感じてのことと思われるが、現職の職制の中に会長職を置くことを決め、その人事としてソニーの副社長経験者の Y 氏をあてる内示をしてきた。

「Y 氏? 本気ですかその人事」デジタルとディスク、その時流に相反する私から見れば最悪の人材。「その会長とは一緒に仕事はできません。折角ここまでやってきて、先き行きの目途がたった現状を放棄する

のはいかにも心残りですが、私は社長を続けたくありません。辞職します」 - 「卯木さん、突然ですが、これだけは我が儘をゆるして、あとはよろしく頼みます。」

1987年6月の株主総会で社長交代。その後1年間残務整理に追われた。その間シンガポールの港から新工場で製造したラジカセ満載のコンテナが日、欧、米の世界各地に向けて発送された。私の机の上には技術者が世界最小と自負したCDプレーヤーとDATのプロトタイプが持ち込まれた。その2点を見ながら輝くであろうアイワの未来を夢見ていた。

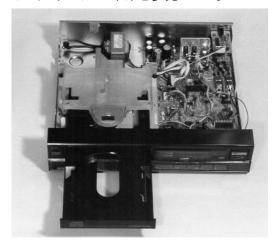


写真 12. CD プレーヤー DX-55



写真 13. 世界最小最軽量の DAT

# 文献

- (1) 溝口章夫、中島平太郎、"ダイナミックスピーカーの負性インピーダンス駆動" JAS Journal 90 年 9月 pp 14-20
- (2) The DAT Conference Standard, Digital Audio Taperecorder System, June 1987, The DAT Conference

【連載:「試聴室探訪記」第32回】
~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~
録音エンジニアのゆりかご
東京藝術大学千住キャンパススタジオ訪問
フォトグラファー 谷口 とものり・編集委員 森 芳久



スタジオ A (パノラマ映像 1)

しばらくお休みをしていました『試聴室探訪記』ですが、今回第 32 回は東京藝術大学千住キャンパスに設けられた素晴らしい録音スタジオを新年早々に訪問いたしました。ここ千住キャンパスは 2006 年 9 月、北千住駅に近い旧千寿小学校跡地を改装新築し、同大学音楽学部音楽環境創造科、同大学院音楽研究科音楽文化学専攻の学生たちの学び舎となっています。

大学キャンパスとしては比較的小さな校舎ですが、新しく改築しただけに最新の設備と校舎内にパティオが配され、とても落ち着いた雰囲気の中に明るさが満ちています。このキャンパスの設備で特に目を引くのがスタジオ A 、スタジオ B の二つの本格的スタジオと録音調整室(コントロールルーム)です。録音エンジニアを目指す学生はもちろん、演奏者にとっても自らの演奏や作品発表、また実際の録音現場での経験を積むことができるなど、とても恵まれた環境(ハード)が整っているのです。設備はもちろん録音技術(ソフト)についても、その道のオーソリティー達が教授また講師として教壇に立ち、最新の録音技術や技法などのノウハウまで学ぶことができます。そして、このスタジオの監督・責任者は同大学で音響学・録音技法の研究と指導をされている亀川 徹 教授です。

現在このスタジオの稼働率は、約30%が授業など、そして残りの70%は学生の自由研究のために解放されています。録音技術や作品制作を志す学生にとってとても恵まれた環境といえるでしょう。亀川 先生によれば、このスタジオを自由に使うためにはまず一年間のスタジオ研修課程を履修し、スタジオ検定試験に合格した生徒だけにスタジオの使用許可が与えられるとのことでした。

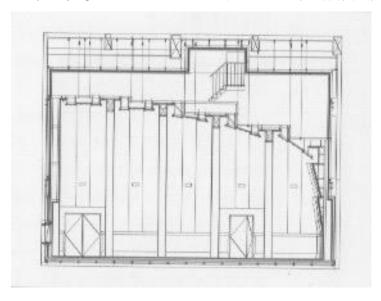
今回取材に伺ったとき、ちょうどスタジオ A ではピアノソロの録音中でした。そこで休憩時間を利用してスタジオ A のパノラマ写真をいつものように谷口とものりさんに撮影していただきました(パノラマ映像 1)。谷口さんのみごとな映像でスタジオ A の細部までゆっくりとご覧ください。

この映像には映っていませんが、BGM として流れている音源は当日録音していたピアノ曲で、演奏は同大学大学院ピアノ科修士課程 3 年の黒岩 航紀さんです。またこの録音を担当しているのも同大学大学院音楽研究科修士課程 2 年の椎葉 爽さんです。

スタジオ A は新館 3 F に位置し、部屋の容積は、 $11,700(W) \times 14,800(L) \times 7,300$ (H) mm、床面積は約 160 ㎡と大規模なもので千住キャンパスの心臓部といえます。このスタジオ設計に当たっては、残響時間などの値だけでなく録音に適した部屋としての響きを追求し、以下の 3 点の目標が示されました。

- ① 演奏者が演奏しやすい響き
- ② 録音に適した響き
- ③ スタジオ内で聴いて心地良い響き

そしてこれらの響きを実現するため、最終工程では演奏者にそこで演奏してもらい音響的な詰めを行ったとのことです。防音にも細心の注意を払い空調の引き回し方法などを改善し NC 値 15 以下を実現しています。ご参考までにスタジオ A の長手方向垂直断面図(図 1)を示しました。



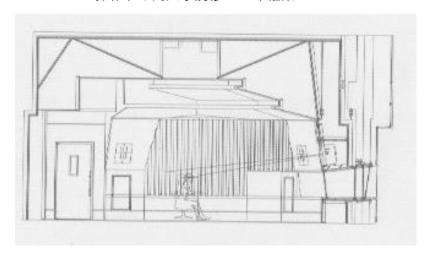
(図1) スタジオ A 長手(W) 方向垂直断面図

次にスタジオ A に隣接する録音調整室(写真 1 )もご覧ください。録音調整室の容積は、 $6,900(W) \times 7,600(L) \times 3,900(H)$ mm と録音作業とモニターには十分な広さを確保しています。この録音調整室の長手方向垂直断面図は(図 2 )となります。

また主な機材は、ミキシングコンソール:adt-audio SRC51、モニタースピーカー:Musik Electronic RL901K×5(L,C,R,Ls,Rs)、BASIS 4K×2(LFE)、Genelec 8040×2(ニヤフィールド用)、DAW:degidesign Protools HD(192 I/O×4)です。



(写真1)録音調整室内部、ミキシングコンソールを 操作する同大学院修士2年椎葉さん



(図2)録音調整室長手(W)方向垂直断面図

さらに今回は欲張ってスタジオ B も撮影させていただきました。ここではちょうど 22.2ch の サラウンドスピーカーによる実験が行われていました。そのスピーカー配置やスタジオ B の雰囲 気もお楽しみください(パノラマ映像 2)。

尚、ここではバックには 2ch にミックスダウン(オリジナルは 22. 2ch)した音が流れています。映像中央部は指導教官 亀川 先生と今回の 22.2ch のサラウンドサウンドデモしていただいた同大学大学院音楽研究科修士 1 年生の蓮尾 美沙希さん。またこの部屋で用いられているスピーカーは KS Digital C5-Coax(同軸アクティブスピーカー)×22 台と同 ADM B2 (アクティブ LFE)×2 台です。

スタジオ B の容積は 6,800(W)×6,800(L)×4,500(H)mm、床面積は約 44 ㎡の正方形です。

実は、昨年私はこの部屋で 22.2ch のサラウンド音源を聴かせてもらい、とても感銘を受けました。それは同大学の卒業研究発表で当時音楽環境創造科 4 年生、蓮尾さんが制作したロバート・ルイス・スティーブンソンの隠れた名作「子供の詩の園」の朗読に効果音と BGM を付けたものです。私は今まで 22.2ch を含む種々のサラウンド音楽ソフトを聴いてきましたが、この詩の物語を聴きながらバック音楽、そしていろいろな効果音が空間に広がるさまは全く別次元の体験でした。



スタジオ B (パノラマ映像 2)

まるで、スティーブンソンが描いた空想の園に導かれたような錯覚を憶えたのです。私はかつてエディンバラの彼が幼少期を過ごした家を訪れたことがあります。その家にはプライベート公園がつながっており、そこには小さな池や小川がありました。彼の有名な小説「宝島」もその池や小川で遊んでいるときに生まれたといわれています。まさに、その庭が「子供の詩の園」にも描かれています。そして、これが22.2ch サラウンドという音響効果で見事に表現されているのです。私は音楽のみならずこのような子供の夢の世界を生き生きと描けるサラウンドサウンドの新しい効果を改めて感じました。この作品の音楽や効果音などの作曲は同大学大学院音楽研究科修士課程2年の上水樽力さんが担当しています。

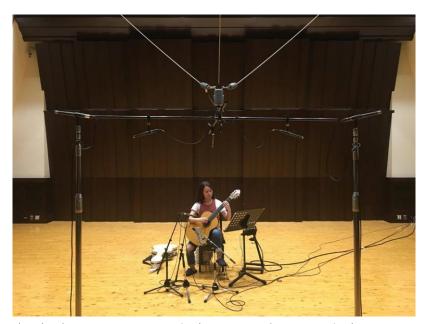
因みに、この 22.2ch の録音·ミキシング制作者 蓮尾さんは、日本オーディオ協会 2015 年第二回「学生の制作する音楽録音作品コンテスト」にチェロのみの多重録音作品「Deep Sea」(5.1ch 48kHz/24bit)を応募し、100 点満点中 82.5 点という高得点で最優秀賞を受賞しています。また彼女は、昨年秋ロサンゼルスで開催された第 141 回 AES「学生録音コンペティション部門」にアコースティックギターの多重録音作品を応募し、ここでも金賞を受賞しています。まさに将来が楽しみな若手録音エンジニアの一人といえましょう。この演奏を担当したのは同大学大学院音楽研究科博士課程 1 年志野 文音さん。また、作曲は先の作品と同じ上水樽 力さんです。これこそ演奏者、作曲者そして録音制作者が同じキャンパスで学んでいる強みといえるでしょう(写真 2、写真 3 参照)。

この東京藝術大学音楽部音楽環境創造科は 2002 年に設立され、2004 年より毎年約 20 名の卒業生を輩出してきましたが、現在録音関係の仕事に進んだ卒業生は約 20 名、大学院卒業者では 4 名を数えるとのことでした。

最近、ここ東京藝術大学だけでなく多くの大学や専門学校で高い専門技術と芸術、さらにその知識と知恵を学んだ優れたエンジニアたちが育ち、世界の舞台でチャレンジしている姿が実感でき、オーディオの未来がとても明るく感じられます。このような若い力が明日を拓いてくれることを心より願っています。



(写真 2) 左、ギター演奏者志野さん、中央、録音・ミキシング蓮尾さん、 右、上水樽さん



(写真 3) スタジオ A での録音カット写真、5.1ch 録音のマイクツリー、 そしてギター用マイク位置が確認できます

# パノラマ画像の操作説明

- パノラマ写真は、 ここか、はじめのページ画像をクリックしてご覧ください。 (ローディングに若干時間がかる場合あります。)
- マウス操作で、画面を上下・左右 360 360 度、自在に回転してご覧いただけます。
- 画面下にある操作ボタンで次の操作ができます。
- + 画面のズームイン
- ー 画面のズームアウ ト
- ← 画面の左移動

- → 画面の右移動
- ↑ 画面の上方向へ移動 画面の上方向へ移動
- ↓ 画面の下方向へ移動 画面の下方向へ移動

# HS-LINK Ver.2 について

クロックとデータを分離して伝送することで高音質化を計る アキュフェーズ株式会社 陰山 大

昨年発表しました PRECISION SA-CD TRANSPORT DP-950 と PRECISION MDSD DIGITAL PROCESSOR DC-950 はステレオサウンドグランプリ 2016 やオーディオ銘機賞 2017 金賞など、各方面から大変良い評価を頂きました。SA-CD の再生においてこのペアが最高の音質を提供する技術の一つが今回ご紹介する HS-LINK Ver.2 です。



DP-950 (写真上) DC-950 (写真下)

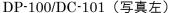
"HS-LINK Ver.1"は 2000 年に SA-CD トランスポート DP-100 と D/A コンバーターDC-101 を接続し SA-CD の 2.8224MHz/DSD 信号を伝送するために開発しました。

CD が登場した 1982 年からオーディオ分野におけるデジタル信号処理の開発競争が始まり、 1993 年にはソニーからトランスポートとコンバーターを別々の筐体に仕上げ、その間の信号伝送には音楽用信号とサーボ系クロック信号を別々に分けて伝送する方式が採用され(Twin Link と呼んでいた)、音質的にも一定の評価が得られたシステムが発表されました。

このような時代背景の中、弊社では同軸ケーブルを使い IEC60958(当時の規格名称は EIAJ CP-1201)インターフェースのユーザーズ・ビットを用いたデジタル・ボリュームデータの伝送 や、ウルトラ・ジッター・フリーPLL 回路を搭載しオールデジタル信号処理に挑戦したプリアンプ DC-330 の開発に成功していました。

"HS-LINK Ver.1"は DSD 信号を効率よく高品位に伝送するため、それまで社内に蓄積した技術を応用しながら、下記のような課題を満足する規格として開発しました。







HS-LINK 接続の例(写真右)

- (1)高品位な伝送ができること。
- (2)コピー防止機能があること。
- (3)将来の機能拡張に対して十分な対応力があること。

HS-LINK のケーブルは 4 ペアのツイストペア線で構成されていますが、1 ペアは上記(2)のコピー防止のためのセキュリティー信号として使用しています。

一方音楽信号の仕様については下記2つの候補から検討を行いました。

1 つは  $I^2S$  信号の様にデータ、クロックを分けて伝送する方法。もう 1 つは従来の COAXIAL や OPTICAL の信号のように S/P DIF のフォーマットに DSD 信号を載せて伝送する方法です。

様々な角度から検討を進め、最終的には下記の理由により S/P DIF のフォーマットに DSD 信号を載せて伝送する方法を採用しました。

(1)当時弊社ではウルトラ・ジッター・フリーPLL 回路の開発に成功していたこと。

ウルトラ・ジッター・フリーPLL 回路は伝送信号に含まれるプリアンブルに水晶発振回路を同期させ、ジッターやパルス伝送ひずみの影響の非常に少ない高純度なクロックの再生を実現できます。

(2)S/P DIF のフォーマットであれば将来機能が拡張された場合のために 2 ペアの信号線を残しておくことができること。

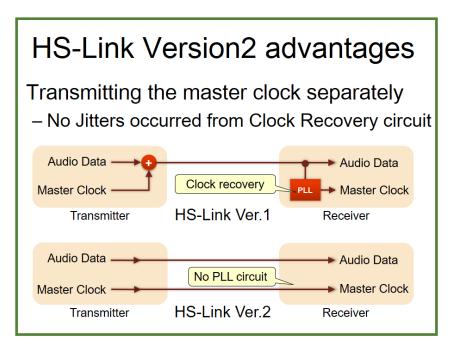
(3)多くのレシーバーIC の入力信号として S/P DIF フォーマットが採用されていたため、採用 部品を選択する範囲が広がること。

"HS-LINK Ver.1"は元々SA-CD プレーヤーのトランスポートと D/A コンバーターを接続するための規格であり、PCM 信号は 192kHz/24bit、DSD 信号は 2.8224MHz までの対応でした。その後"HS-LINK Ver.1"は SA-CD/CD トランスポートと D/A コンバーターの接続にとどまらず、ヴォイシング・イコライザーや、チャンネル・ディバイダーといったデジタル入力/出力を搭載する製品に搭載され、弊社製品でシステムを構成する場合デジタル信号の標準接続となりました。その後より高いサンプリング周波数の音源が提供されるようになり、これらデジタル機器同士を従来よりも高いサンプリング周波数で接続できる HS-LINK として開発したのが"HS-LINK Ver.2"になります。"HS-LINK Ver.2"は PCM 信号 384kHz/32bit、DSD 信号 5.6448MHz に対

応し 2014 年 12 月に発売した D/A コンバーターDC-37 のデジタル入力として初めて搭載しました。

DP-950/DC-950 を接続する"HS-LINK Ver.2"の最大の特徴は音楽信号とマスタークロックを独立して受信側の D/A コンバーターに送ることです。"HS-LINK Ver.2"ではマスタークロックを伝送するので PLL 回路が必要なくなり、PLL 回路で発生するジッターの影響から解放され、正確なタイミングで D/A 変換が可能となりました。

ウルトラ・ジッター・フリーPLL 回路は優れたクロック再生能力がありますが、"HS-LINK Ver.2"では送信側のクロックでより高純度なデータ伝送が可能なデータとクロックを別々に伝送する方法を選択しました。



DP-100/DC-101 で採用した HS-LINK Ver.1 と DP-950/DC-950 で採用した HS-LINK Ver.2 の概念図

DP-950 はメカベース、ブリッジを大型化し更なる高剛性化を目指したディスクドライブ部、強力な電源部を持ち、DC-950 は ESS テクノロジー社の最新高性能 D/A コンバーター ES9038PRO を 8 回路並列動作で搭載するなど高音質に向けた最新の技術をふんだんに取り込んだ最新モデルです。是非この魅力的なサウンドをお楽しみください。



陰山 大(かげやま ひろし)
2004 年 アキュフェーズ株式会社入社
SA-CD/CD プレーヤー、CD プレーヤー、デジタル・ヴォイシング・イコライザー、
プリメインアンプ、パワーアンプなどの開発を経て現職。

現職:アキュフェーズ株式会社 広報宣伝部

# フォスター電機のスピーカーユニット

長年の実績で確保する音質と特性と品質とコスト 見たい聞きたい行きたいレポート 照井 和彦 JAS 事務局長

わたくし事のお話しで大変恐縮なのですが、オーディオの醍醐味はスピーカーシステムの選択が大変重要で、ここから飛び出してくる音の素晴らしさがシステム全体を決定付けていると考えており、そのため理想的には 15 インチ以上のウーファー、しかもダブルで搭載して超低域を確保し…という。個人的な意見と感想ですけれど、これまでに西海岸の著名モニター4000 シリーズの W ウーファーシステムやら、SR(サウンド・リインフォメーション)用の一体システムなどにチャレンジしてきましたが、調整力の無さもあってかどうしても各ユニットがバラバラに鳴るだけで、満足には程遠いという現実があるのです。そんな中フォステクスブランドの15 インチスピーカーユニットW400A-HR が自宅システムに導入されてからは一つずつそんなストレスから解放され始めました。このユニットは東京・秋葉原ヨドバシカメラ 4 階のショーケースに見本機が一体展示されておりますが、独特のコーン紙形状を見て驚かれた方も多いことと思います。

フォステクスブランドのフォスター電機本社からのレポートです。木枯しが吹くある日、 東京駅から中央線電車に乗って途中、西立川駅などユーミン(荒井由実)作品ゆかりの地を 通りながら昭島市にある同社を目指し、竣工して間もない新しい社屋に到着しました。



昭和24年信濃音響研究所として発足

ードル 360 円という為替相場固定が決まったこの年、長野県出身の創立メンバーがパールブランドのスピーカーユニット製造工場を東京世田谷に立ち上げ、フォスター電機の輝かしい歴史が始まります。

見学した社屋二階の製品展示室には歴代の名機達がずらりと並んでいますが、中でもガラスケースに収まる 3.5 インチ径ユニットに目がとまりました。ソニー(当時は東京通信工業)が発売した日本で最初のトランジスタラジオ TR-55 にこのスピーカーユニットが採用され

ていたことです。フォスター、ソニーともにこの頃から組立工員の募集や工場拡張が始まっており、成長していく過程や企業志向が固まっていくなど両社の歩みの歴史が偶然ここでクロスしていたのは面白いと思います。





小型トランジスタラジオ TR-55 (写真左) と採用されたユニット G205 (写真右)

本格的なポータブルラジオの時代に入り、新たな取引先も広がって仕事量が次第に増えて行く中、指定の仕様品質を指定の期日に遅れることなく納品するという、この時期の真摯な取り組みこそフォスター電機が誠意と信頼を得ている社風の原点になっているようです。

その後マイクロホン、磁気ヘッドをはじめとした音響パーツに加え、相手先ブランドでの AV レシーバー設計製造を手掛け、その一方で欧米にもマーケットを求め様々な海外企業とも提携していきました。こうして相手先ブランド品の提供や企業向け業容が拡大されてくるにつけ、フォスター電機としての自社製品には別ブランドを冠しようということになり、昭和48年フォステクスが誕生し分離独立します。その後フォステクスはフォスター電機参加のカンパニーとして再び一緒の道を歩き始め、こんにちに至ります。

オーディオ自作マニアの皆さんの間でも有名な FE-103 フルレンジスピーカーユニットは、東京オリンピックが開催された昭和 39 年に登場していますが、その後 EF シリーズ FW シリーズと各種口径の商品展開も好評を博し、折からのオーディオブームにも乗って話題のユニット・名機たちが次々と発表されていくのはご存じのとおりです。





リファレンス・スピーカーシステム RS-N2 (写真左) と FW800HS (写真右)

この他製品展示室には、同社を訪問しようと思うきっかけにもなった HR コーン紙採用の RS-N2 が、組み合わせられるアキュフェーズ社製パワーアンプと共に展示されているほか、 G シリーズハイエンド機 G2000a など数々の展示モデルが多数展示されており、製品分野の 厚さ広さを感じさせてくれます。なんと言っても 80cm スーパー・ウーハーFW800HS が正面に箱入りでどーんと鎮座していることが圧巻でしょう。

# ハイエンドユニットの製造現場を体感

本社から程近い旧本社屋にフォステクスブランドのスピーカーユニットの中でもハイエンドラインの試作組立工房があります。訪問したこの日は FW シリーズ 16 センチウーファー FW168HR を組み立てているところでした。



① ボイスコイルボビン等装着されたフレーム(写真左)②ボビンに接着剤を塗布(写真右)



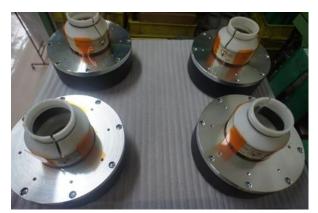
③ フレームを治工具台として振動板を固定し、そこに接着剤を塗布(写真左) ④ フレームと振動板を別々に次工程へ(写真右)



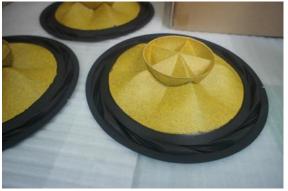


- ⑤ 次工程ではフレームに接着剤を塗布(写真左)
- ⑥ 慎重に位置合わせしながら振動板を貼りつけて組立完成(写真右)

スピーカーユニットは、もともと構成パーツ数はさほど多くはないものの、音を出す為には部分的に動くという基本構造を持っており、狭いところに精巧にボイスコイルボビンを位置させて更にそこに振動板を取付ける必要があります。何でもない組み立て作業に思います







が、完成後の音響特性を一定に保つ非常に安定安心の手作業を見ることが出来ました。 組み立てを待つ RS-N2 ウーファー時期回路(写真上左) 同フレーム(写真上右) 同振動板(写真下)

工房のバックヤードには製品展示室で見かけた RS-N2 のパーツ類、ウーファー、エンクロジャーBox などが協力工場から納品されており、これからの組み立てを待っているところでした。見学してきた FW168HR に比較しすると、ウーファーは口径 30 センチメートル級と大きくなるので、各部の取付方法など取付手順も変わってくるそうですが、一つひとつ丁寧な手作業であることに違いは無いようです。

この他、T500A MKII に代表されるホーンツィーターやホーン・ドライバー、アルニコ磁気回路採用のフルレンジユニット F120A、80 センチウーファーFW800HS などもこの工房で組み立てられて出荷されているとのことです。

# 着磁を体験

大変お恥ずかしい話しですが、ほんの最近までスピーカーユニットは組み立て後に着磁されるという事実に気づきませんでした。フェライトやらアルニコやら磁力を持ったパーツで磁気回路を組み立てる作業はさぞかし大変なことであろう~と考えてましたから。工房でそんな暴露をしていたところ、では着磁体験を、という話しになったので挑戦しました。





内側に直径 200Φ まで収まる大型着磁用コイル(写真左) コイル中にユニットを仰向けに置き手で押さえて着磁(写真右)

写真右の若葉色に見える着磁装置本体に 3000V 以上の直流が超大型キャパシターに貯められて、足元のスイッチを踏むと大型着磁用コイルに電気が一気に流れます。瞬間アンペールの法則で磁界が発生し、それによって素材が磁化されることで一連の作業が終了します。サンプルユニット FW168HR での体験でしたが、着磁の瞬間押さえているフレームに小さなショックを感じました。これが 12 インチや W400A-HR クラスのユニットでは、もう少し大きな衝撃があるそうです。あたりまえの余談ですが、着磁工程は一回の作業で B-H 特性の上限に達するため、二回以上行っても保持力が増えることは無いとのことです。また、AV 対応を謳う打消し用の磁石を外部に張り付けたユニットに再着磁を行うと、外部磁石も本体磁気回路と同じ方向に着磁されて失効するので、注意が必要だそうです。



ほっとする音響空間 試聴室で

訪問の結びには製品試聴の機会を頂きました。約20畳(32.7㎡)で天井も高く確保されたスペースに、GシリーズG1003MGスピーカーシステムがアキュフェーズ製のアンプ類に接続されています。小編成のクラシック音楽、例えばピアノとバイオリンで奏でるシューマンのロマンスなどを鑑賞すると、目の前からオーディオ機器が消えてしまう鳴り方をするスピーカーシステムです。ウーファーユニットには気になるHR振動板にマグネシウムを採用しており、高剛性の材質で固有の音を感じさせないナチュラルな再生音に仕上がっているという説明に、そこに存在する音楽が物語ってくれていました。一般家庭でこの試聴室のような大きな空間を確保することは難しいのですが、このスピーカーシステムは特に大きな音を出さなくでも、むしろ超小音量再生でのサウンドリアリティが良好で、指弾きのガットギターや、ブラシでコスるドラムのタッチ感などが、とても優れていると感じました。

# HPコーン紙の進化形 HRコーン紙

HP(Hyperbolic Paraboloidal·双曲放物曲面)とは建築構造力学の分野で良く知られている三次曲面構造を指し、身近なところでは国立代々木競技場の独特のデザインを持つ屋根構造が有名です。この形状を採用して軽量でなおかつ強度に優れた HP コーン紙に対し、円周方向に回転を加えてさらに進化した形状が HR コーン紙です。スピーカーユニットにはコーン紙が振動して再生音を得る、という理屈で動作させるために、必ずある種の無駄な音がエネルギーとなって、大事な再生音に紛れ込んでしまいます。例えば 40 センチ級ユニットで通常採用されているコーン紙はだいたい 2kHz 付近に共振を持ち、これがユニットのサウンドキャラクターになっているのは、大型スピーカーシステムで日夜調整格闘していらっしゃるマニアの皆さまもご存じのことと思います。HR コーン紙は最大の特徴としてこの共振点が一点に集中せずに分散されていることです。W400A-HR も 2kHz 付近の特性に盛り上がりはみあたらずに、大型ユニットらしく素直に高域が減衰するカーブを描きます。

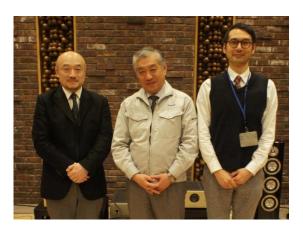
自宅の W400A-HR のサウンドキャラクターも、この日試聴室で聴いた G1003MG も、耳に付く音を感じることなくさらっと聴こえる特徴はここにあることが、よく解りました。

# 理想のユニットを提供するエンジニアリング魂

ハイブリッド、EV、クリーンディーゼル、水素燃料など、今世紀に入ってからは CO2 削減やエコが叫ばれている自動車の世界ですが、当然のことならが車載機器にもエコが求められています。スピーカーユニットは特に軽量化しながらも要求される耐入力や再生周波数特性、音圧特性などを確保しなければなりません。これらに応えるためにフォスター電機では、スピーカーユニットのキーパーツであるコーン紙の手作り、紙漉き試作専用の装置が備えられており、スピーディーにカスタマーに合う仕様を検討する事が可能です。また実車での装着実験や試聴のための、専用カーピットも構えており、世界中の車のどんな特殊仕様でも応えられる万全な体制ができていました。



左から:品質担当の渋江章さん、製造担当の田中茂樹さん、製造担当の池谷美夫さん



左から: 開発設計担当の乙訓克之さん、営業担当の三井宏さん、PA 技術担当の山口創司さん

山口さんと最寄駅で待ち合わせして、ランチオンミーティングから始まった様々なお話し、 匠の工程見学、試聴室での音楽再生鑑賞、コーン紙漉き工房見学、ユニット設計検証の現場、 無響室や残響室、電波暗室なども見学させて頂きまして、フォスター電機の開発パワーの真 髄を感じるひと時でした。気付くとあっという間に外は真っ暗。今回もまた長居してしまい ました。本当にみなさんありがとうございます。大変お世話になりました。

# JAS Information

# 平成28年度第5回(2月度)

# 理事会報告·運営会議報告

# 理事会 議事

2017年2月8日に平成28年度第5回理事会・運営会議が理事15名、監事2名と1名の理事代理の方の出席のもと開催されました。

1. 第1号議案:新会員の承認を求める件 平成28年第4回(12月)理事会以降、平成29年2月7日までの間に入会申請のあった、個人正会員1名の入会が申請通り承認されました。

# 運営会議 議事

### 1. ハイレゾロゴ動向報告:

ロゴ申請企業数は、JAS 会員企業 65、CTA 会員 28、DEG 会員 1、コンテンツ企業 16、でロゴを冠 する総モデル数は 1092 となりました。

# 2. 平成28年度収支見込報告:

現時点で新規入会企業が18社あり、加えて秋に開催したイベント出展料など企業参加費を一般会計で処理したため昨年度よりも収入増となる見込みです。 支出にはイベント経費の加算、ハイレゾ関連での司法書士費用、周年事業引当金などで増加する見込みです。

#### 3. OTOTEN2017 準備進捗説明:

新たな会場となる有楽町国際フォーラムの使用レギュレーションにともなう運営への協力要請について、出展を予定している各社へ事務局より説明されました。

#### 4. 平成29年度事業計画骨子

協会活動ビジョンの見直しのためのプロジェクト設置の提案や、来年度の役員改選に向けての委員会設置などの説明がありました。

そのほかプロダクツに関連した委員会活動については今年度同様市場活性化に向けハイレゾなどの促進を見据えた組織体制で臨む旨、説明されました。