

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(Japan Audio Society)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が、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】

富米野 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、その経済性に依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ンネル割

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⇒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⇒24.32bit

地上波/衛星デジタル放送:16bit⇒4K,8K 放送:24bit

(3) 空間分解能=チャンネル数

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のでしょうか？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^[4]、vlc^[12]、Media Player Classic^[13]、KODI^[14]、オープンソース以外で Microsoft Windows Media Playe^[15]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^[9]

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 という 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ー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^[14]を使い、VLC を KODI の外部プレイヤーとして動作^[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ーを使えるという特長があります。

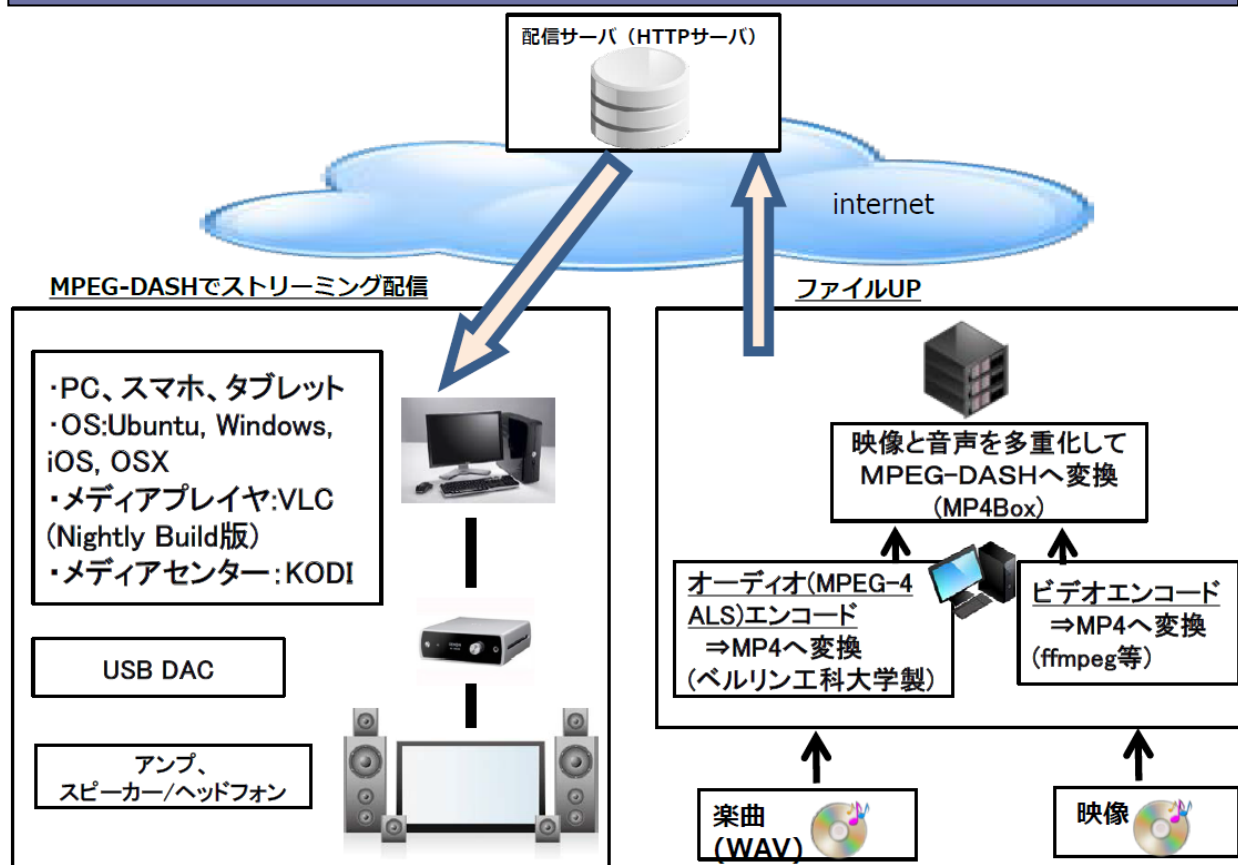


図1 オープンソースによるハイレゾストリーミング配信試聴環境例

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章で見えてきたように、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は思いますが、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)サービスの音声が高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のでしょうか？

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、新サービスを楽しむ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キー

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

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、そのサービスを楽しむ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] <https://gpac.wp.imt.fr/mp4box/>
- [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] http://kodi.wiki/view/external_players
- [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