

SHV 音響技術と W 杯パブリックビューイングについて

NHK エンジニアリングシステム

大久保 洋幸

日本放送協会 放送技術研究所

中山 靖茂

1. はじめに

8K スーパーハイビジョン (SHV) は、ハイビジョンの 16 倍の解像度を持つ超高精細映像と 22.2 マルチチャンネル音響からなる放送システムである。2016 年の試験放送、2020 年の本放送を目指して、NHK では、実用化に向けた研究開発と標準化を進めている。スーパーハイビジョンの音響方式は、あらゆる方向からの音の到来を可能にする、広視野・大画面の映像に対応した 22.2 マルチチャンネル音響である。本稿では、このスーパーハイビジョン音響方式 (SHV 音響) の概要を解説し、2014 年 6 月～7 月にブラジルのリオデジャネイロ、日本の東京、横浜、大阪、徳島で行なった SHV による 2014 FIFA ワールドカップのパブリックビューイングの様相を紹介する。

2. SHV 音響方式

スーパーハイビジョンの映像は、現行のハイビジョンの 16 倍となる 7680×4320 画素の解像度を持つ。ハイビジョンの視距離が $3H$ (H は画面の高さ) であるのに対し、スーパーハイビジョンでは $0.75H$ まで近づいても視力 1.0 の人が画素構造を検知できないとされている。この時、視角 (画面を見込む水平角) は 100 度に達する。画角と臨場感の関係を調べる評価実験から、臨場感は視角を大きくすることによって臨場感は増大し、80～100 度で飽和することが分かっており、視角が 100 度であるスーパーハイビジョンは究極の 2 次元映像であるといえる。

このような広視野・大画面での視聴環境では映像と音像の方向を一致させることが重要であり、次世代のマルチチャンネル音響方式の要求条件は以下のように設定された (この内、音響品質に関する要求条件は参考文献[1]に規定されている)。

- (1) 画面上の任意の位置に音像が定位可能なこと
- (2) 視聴位置を取り囲む全方向から来る音が再現可能なこと
- (3) 自然で高品質な 3 次元音響空間が再現可能なこと
- (4) 広い聴取エリアで高品質な音響を聴取できること
- (5) 既存のマルチチャンネル音響方式との互換性を有すること
- (6) ライブ収録および生放送に対応できること

SHV 音響は、これらの要求条件から、上層 (9 チャンネル)、中層 (10 チャンネル)、下層 (3 チャンネル) の 3 層構造の広帯域のチャンネルに加え、2 チャンネルの LFE (Low Frequency Effect: 低域効果チャンネル) を合わせた 22.2 マルチチャンネル音響となった (図 1)。ITU-R

(International Telecommunication Union – Radio communication Sector : 国際電気通信連合無線通信部門)では、2014年3月、22.2 マルチチャンネル音響を含む「5.1 チャンネルを超えるマルチチャンネル音響のスタジオ規格」の勧告 BS.2051 が成立し、その他にも MPEG、SMPTE、ARIB 等において、関連する技術の標準化を進めている。

この章では、次節以降、SHV 音響のスピーカ配置について、これまでに行なった評価実験結果を紹介する。

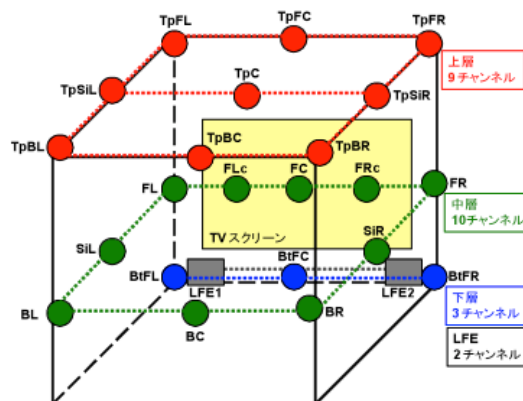


図1 スーパーハイビジョン音響のチャンネル配置

2-1. 水平方向のスピーカ配置

火山らは、密に設置したスピーカで得られる空間印象（包み込まれ感等）を保つことができる最低限のスピーカ数という観点から、耳の高さの水平面内に設置するスピーカ数を検討した[2]。聴取者の周囲に、15度毎に24個のスピーカを並べ、それぞれのスピーカから無相関のホワイトノイズを出した場合の空間印象をリファレンスとし、スピーカの数、12個、8個、6個、4個、3個と減らした場合に、空間印象がどれくらい劣化するかを3刺激二重盲検法¹によって評価した。その結果、スピーカが8個、6個と減るに従い評価が下がり、4個の場合の著しく下がるのがわかった。この結果から、45度～60度のスピーカ間隔が望ましいことがわかる（図2）。

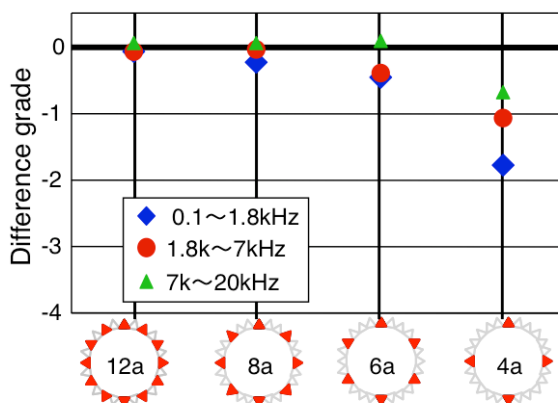


図2 水平方向のスピーカ数と空間印象の変化の実験結果[1]

また、22.2 マルチチャンネル音響再生は、5.1 チャンネル再生に比べて良好な聴取エリアが広がるのがわかった [3]。さらに、聴取位置によらず良好な音像定位を得るためには、スピーカ間隔を30度以下にするとよいことがわかったため[4]、前方のスピーカ間隔は30度とした。

¹基準音 R と評価音 A、B を被験者に提示し (A、B のいずれかに基準音を含む)、評価音の相対評価を行う手法

2-2. 直方向のスピーカ配置

大出らは、耳の高さから上方の半円周上にスピーカを設置し、音の空間印象を保つスピーカ数について、前節と同様に主観評価実験によって調べた [5]。聴取者の前後（正中面）、横 45 度方向、左右（90 度）について、耳の高さから上方に、スピーカを 15 度毎に 13 個設置し、それぞれのスピーカから無相関のホワイトノイズを出力した時の空間印象をリファレンスとして、30 度毎（7 個）、45 度毎（5 個）、60 度毎（4 個）、90 度毎（3 個）、180 度毎（2 個）と減少させて、印象の劣化を 3 刺激二重盲検法によって評価した。その結果、いずれの方向においても、スピーカ間隔が 60 度毎から 90 度毎になった時に評価が著しく減少し、45 度毎であれば評価が-1.0 を上回ることがわかった。この結果から、垂直方向のスピーカの間隔を 45 度以下にするとよいことがわかった（図 3）。また、耳の高さから 45 度上方の高さで、聴取者の周囲にスピーカを配置した場合でも、前節と同様に聴取者を取り囲むスピーカを 45~60 度以下の間隔とすれば音の空間印象が保たれることがわかった[6]。さらに、8 個（45 度毎）のスピーカを上下 2 層に配置した場合に、空間印象に大きな効果があることがわかった[7]。

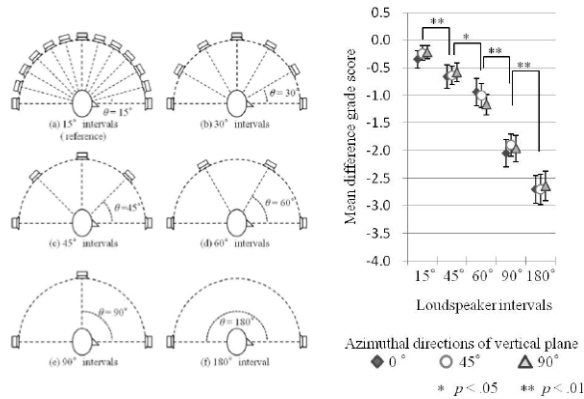


図3 垂直方向のスピーカ数と空間印象の変化の実験結果[5]

これらの実験の結果から、聴取者前方の水平面についてはスピーカ間隔を 30 度、側方、後方を 45 度間隔として 10 チャンネル。上層については 45 度間隔の 8 チャンネルと頭上の 1 チャンネルを加えて 9 チャンネル。下層前方は聴取者前方に 45 度間隔で 3 チャンネルとなる。これらに低域補強の LFE を 2 チャンネル追加し、SHV 音響は 22.2 マルチチャンネル音響システムとなった（図 4）。

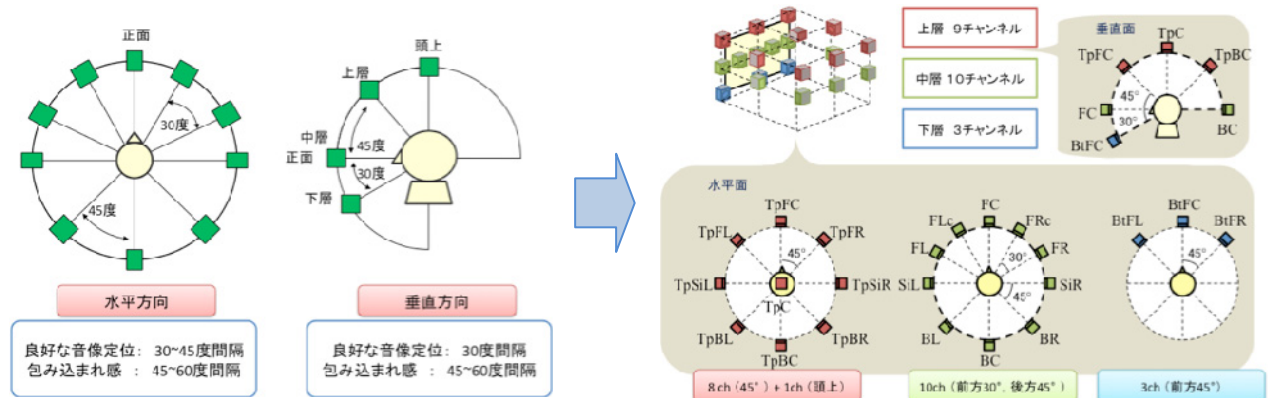


図 4 スーパーハイビジョン音響のスピーカ配置

3. SHV 音響の関連機材の開発

SHV 音響の番組を制作するには、上層、中層、下層のチャンネル配置に対応した位置にマイクロホンを設置して収録する必要がある。この収録を効率的に行うために、SHV 音響がワンポイントで収録できるマイクロホン[8]を開発した。その他、中継現場で SHV 音響を容易に再生するためのヘッドホンプロセッサ[9]、可搬型録音再生機、SHV 音響に対応した残響付加装置等を開発している。また、ミキシング卓には任意の方向に音像を定位させられる三次元パンニング機能を実装し、これに複数の音源移動の設定を簡便に行なうことができるテンプレート機能を加え、制作時間の短縮を実現している (図 5)。



図 5 スーパーハイビジョン音響の制作機材

一方、家庭においては、多数のスピーカを設置することが困難であることが多く、より少ない数のスピーカを用いて SHV 音響の臨場感を再現する手法の検討が重要となる。画面を取り囲むディスプレイ体型のスピーカで SHV 音響の空間印象を保ちながら簡便に再生する手法の開発も進めており (図 6)、スピーカの設置が困難な家庭に有効な手法として考えている[10]。

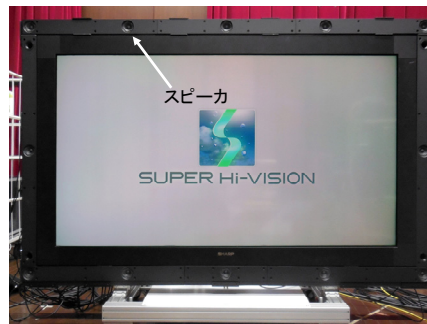


図 6 ディスプレイ体型スピーカ

4. 2014 FIFA ワールドカップのパブリックビューイング

NHK は、2014 年 6 月 13 日～7 月 14 日にブラジルで開催された「2014 FIFA ワールドカップ ブラジル」のうち、9 試合を 8K スーパーハイビジョンで FIFA と共同制作し、日本国内 4 会場とリオデジャネイロ市内の 3 会場でライブパブリックビューイングを実施した(図 7)。映像は、SHV (8K) カメラ 3 台で撮影した (図 8 (a))。音響は、競技場の客席内に球形のワンポイントマイクロホンと、8 個のマイクロホンカプセルを配置した円状のマイクロホンアレイを設置し、歓声を収録した (図 8 (b))。フィールド上のマイクロホンからの信号を合わせてミキシング卓に入力し、チャンネル毎に前章で紹介した三次元パンニングにより音像定位を調整しミックスした。

競技場からの信号は、映像信号は H.264、音響信号は MPEG-2 AAC で圧縮し、IP (Internet Protocol) 回線を用いて各会場まで伝送した。



図7 SHV信号の伝送



(a) SHV(8K)カメラ (b) マイクロホン

図8 会場内の機器

リオデジャネイロ市内では、CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) と、Sofitel Rio de Janeiro Copacabana (FIFA Official Hotel)、IBC (International Broadcast Center) の3ヶ所で上映を行なった。この中で、CBPFには275インチスクリーンによるSHV(8K)映像設備と、ディスクリートスピーカによる22.2マルチチャンネル音響再生設備を設置した。ブラジルの研究機関の教授、学生ほか、1,000人を超える来場者が8Kの超高精細映像と三次元音響による臨場感を体感し、あたかもスタジアムに行ったかのような感覚を味わった(図9(a))。

日本国内では、東京(豊洲)、横浜(港北)、大阪(梅田)、徳島の4ヶ所に300~350インチのスクリーンによるSHV(8K)映像設備と、22.2マルチチャンネル音響再生設備を設置した。来場者は4会場合わせて9,022人であった(図9(b))。日本では、交通機関が止まっている深夜早朝時間帯のライブ中継となったが、前日から会場で待機する来場者もいて、「映像、音響ともに素晴らしい。とても良い体験ができた。」といった声が聞かれ、好評であった。



(a) リオデジャネイロCBPF会場の様子 (b) 横浜の会場の様子

図9 パブリックビューイング会場の様子

5. おわりに

広視野・大画面の超高精細映像に対応し、あらゆる方向から到来する音を再現できる SHV 音響方式について、これまでの評価実験について述べ、SHV による 2014 FIFA ワールドカップのパブリックビューイングの様相について紹介した。今後も引き続き、機器開発、標準化作業といった実用化に向けた取り組みを行なっていくとともに、スーパーハイビジョンの魅力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スーパーハイビジョンの普及、展開活動を進めていく。SHV の実用化により、多くの視聴者が臨場感たっぷりの映像と音響を楽しむようになることを期待したい。

参考文献

- [1] ITU-R Recommendation BS.1909, "Performance requirements for an advanced multichannel stereophonic sound system for use with or without accompanying picture," (01/2012)
- [2] K. Hiyama et al., "The minimum number of loudspeakers and its arrangement for reproducing the spatial impression of diffuse sound field," AES 113th Convention, Convention Paper 5674 (2002).
- [3] K. Hamasaki et. al., "Wide Listening Area with Exceptional Spatial Sound Quality of a 22.2 Multichannel Sound System," 122th AES Convention Paper, No. 7037 (2007)
- [4] S. Oode et al., "Vertical Loudspeaker Arrangement for Reproducing Spatially Uniform Sound," AES 131th Convention, Convention Paper 8512 (2011).
- [5] 大出ほか, 「立体的に配置したスピーカによる音像定位」, 日音講論集, 2-Q-a21, 2012 年 9 月 (2012)
- [6] 大出ほか, 「垂直方向に配置したスピーカによる空間的な音のつながりに関する検討」, 日音講論集, 3-P-54, 2011 年 3 月 (2011)
- [7] ITU-R Report BS.2159-6, "Multichannel sound technology in home and broadcasting applications," (11/2013)
- [8] 小野ほか, 「音響遮蔽板を利用したマルチチャンネルワンポイント球形マイクロホン」, JAS ジャーナル Vol.54, No.3 (2014)
- [9] 中山 ほか, 「22.2 マルチチャンネル音響のヘッドホン受聴のための HRTF カテゴリー分析について」, 日音講論集, 2-Q-b21, 2012 年 9 月 (2012)
- [10] K. Matsui, A. Ando, "Binaural Reproduction of 22.2 Multichannel Sound with Loudspeaker Array Frame," AES 135th Convention, Convention Paper 8954 (2013)

筆者プロフィール

大久保 洋幸 (おおくぼ ひろゆき)



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、音場再生、音場シミュレーション、室内音響計測、SHV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に出向。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。

中山 靖茂 (なかやま やすしげ)



1994年岩手大学大学院修士課程修了、同年NHK入局。1996年から放送。技術研究所に勤務し、音像の距離感制御、音声符号化、SHV音響再生に関する研究に従事。日本音響学会、映像情報メディア学会、AES会員。