

## 音響樽による22.2chオーディオ制作のための バーチャルミキシングルームの提案\*

○伊勢史郎 木村和基 渡邊祐子（東京電機大学）

### 1 はじめに

すでに試験放送が開始された UHDTV (Ultra High Definition TV) は音響系に関しては 22.2 マルチチャンネル音響を再生する規格であるが、そのコンテンツ制作を行うためには合計 24 個のスピーカを規格に従って適切に配置したミキシングルームが必要となる。しかし、22.2ch 音響対応のミキシングルームの設置は現実的には難しく、その制作方法論も確立されていないため、放送局にとって UHDTV への対応は音響技術が一つのボトルネックとなっている。一方、境界音場制御の原理に基づく音場再生手法により没入型聴覚ディスプレイが開発され、高い精度での 3D 音場再生が可能となってきた。そこで 22.2ch 音響再生室をリアルタイムでシミュレートし、音響エンジニアが 22.2ch 音響を確認(モニタリング)しながらコンテンツ制作を可能とするバーチャルミキシングルームを提案する。

### 2 没入型聴覚ディスプレイ「音響樽」

境界音場制御 (BoSC; Boundary Surface Control) の原理に基づけば、原音場においてある領域を囲む境界面において音を収録し、再生室内の音響特性を打ち消す逆システムを畳み込むことにより、原音場の領域内の 3D 音場を再生室内に再現することが可能となる [1]。JST CREST 研究プロジェクト(「音楽を用いた創造・交流活動を支援する聴空間共有システムの開発」2010.10-2016.3)において世界初の没入型聴覚ディスプレイとして 96 個のスピーカを樽型室内の壁面に取り付けた音響樽を開発した(図 1)。また収録装置として C80 フラーレン分子構造と同じ形のフレームの節点上に 80 個の無指向性マイクロホンを取り付けた BoSC マイクロホンを用いる(図 2)。



図 1 没入型聴覚ディスプレイ 音響樽



図 2 BoSC マイクロホン

### 3 バーチャルミキシングルーム

バーチャルミキシングルームの概念を図 3 に示す。コンサートホールや音楽スタジオなどで収録された音源はオーディオエンジニアによって音量、バランス、音響効果などのミキシング操作が施され、22.2ch 音響再生室の各スピーカから出力される。再生室の音を BoSC マイクロホンにより収録し、没入型聴覚ディスプレイ内の音響特性を打ち消す逆シ

\* Proposal of virtual mixing room for producing 22.2 multi-channel audio contents using the sound cask by ISE, Shiro, Kimura, Kazuki and Watanabe, Yuko (Tokyo Denki Univ.).

システム  $H_{jk}$  と畳み込むことにより、没入型聴覚ディスプレイ内では音響再生室内の 3D 音場をオーディオエンジニアの頭部周囲に再現することが可能となる。したがってオーディオエンジニアは音響室内に再生された 22.2ch 音響再生室の音場をモニタリングしながら、ミキシング操作を行うことにより 22.2ch オーディオコンテンツの制作が可能となる。

22.2ch 音響再生室内のスピーカ入力信号を  $U_k (k = 1 \dots 24)$ 、スピーカから再生室内の BoSC マイクロホンへの伝達関数を  $F_{ki} (i = 1 \dots 80)$ 、没入型聴覚ディスプレイ内のスピーカから BoSC マイクロホンへの伝達関数を  $G_{ji} (j = 1 \dots 96)$ 、 $G_{ji}$  の逆システムを  $H_{ij}$  とする。

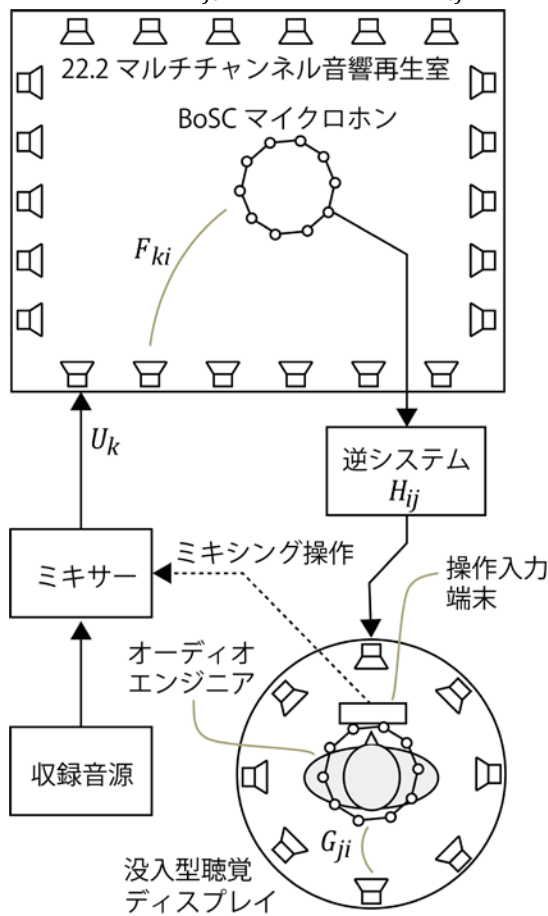


図3 バーチャルミキシングルームの構成

ここでミキサー出力信号から没入型聴覚ディスプレイのスピーカ入力信号への変換フィルタ  $C_{kj}$  は 22.2ch 音響再生室内の伝達関数  $F_{ki}$  と逆システム  $H_{ij}$  を用いて

$$C_{kj} = F_{ki} \cdot H_{ij}$$

と表される。したがって図4のように変換フィルタ  $C_{kj}$  は入力 24ch、出力 96ch の MIMO システムとなる。

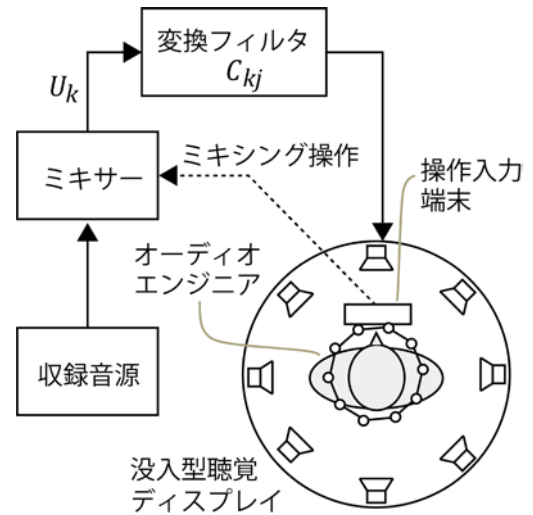


図4 バーチャルミキシングルーム

#### 4 リアルタイム信号処理

収録音源にミキシング操作を加える信号処理は市販の DAW ソフトにより可能である。また市販の高機能 DAW ソフトを用いれば変換フィルタをプラグインの畳み込み装置により実現することも可能である。しかし、プラグインによるフィルタの畳み込みは係数設定に時間がかかるため、変換フィルタを切り替えるなどの用途には向かない。そこで低遅延畳み込み処理アルゴリズム[2]を用いて変換フィルタの畳み込みを行うリアルタイム信号処理システムを実現する。すなわち、ミキシング操作を行うための DAW ソフト用の PC と変換フィルタ  $C_{kj}$  をリアルタイムで畳み込み計算をする PC を MADi インターフェースにより接続し、リアルタイム処理を行う。

#### 5 むすび

22.2ch 音響再生以外に、従来の 5.1ch サラウンドまたは 2ch ステレオ再生システムに切り替えることも可能である。すなわち多様な音場再生の条件で伝達関数  $F_{ij}$  を測定し、データベース化しておけば、様々なオーディオ再生環境を瞬時に切り替えながら音響コンテンツを比較しながら制作することが可能となる。

#### 参考文献

- [1] 伊勢, キルヒホッフ-ヘルムホルツ積分方程式と逆システム理論に基づく音場制御の原理, 音響学会誌, **53**, 706-713, 1997.
- [2] 北川, 伊勢, 多チャンネル音場制御のための低遅延畳み込みアルゴリズムの実装とその性能評価, 日音講論 (春) 2016.