

## 音場再生装置へのイコライジング操作の導入による 印象変化に関する研究

☆石橋敬彦, 齋藤悠人, 尾本章 (九大・芸工/JST CREST), 河原一彦 (九大・芸工)

### 1 はじめに

音場再生手法の一つとして、伊勢らにより境界音場制御 (Boundary Surface Control : BoSC) が提案されている [1]。この制御方法を実現する再生システムとして、これまでいくつかのスピーカシステムが考案されてきた [2] [3]。今回、再生システムの規模を削減するとともに従来と比較して特性が平坦である要素スピーカを使用した、36ch の再生システムを制作した。またこの再生システムは、その特性上再生される音場の特性と原音場の間では誤差が生じてしまう。そのため、現場ではしばしば簡易な調整方法が求められている。そこで本研究では、音場再生装置にイコライジング操作を施すことにより、システムの補正を試みた。

### 2 36ch 音場再生システム

本研究で使用した 36ch 音場再生システムを Fig.1 に示す。収録システムには、境界音場制御を実現するための 80ch フラールンマイクロホンを使用した [2]。また今回のシステムは、電気的に反射率を変えることができる音響壁面システムとしても利用されてきた [4]。スピーカは Genelec 社 8020CPM を 36 台使用し 3 台ごとにスタンドに取り付け、直径を 7m, 30°間隔で配置した。スピーカ前面にはポリウールを設置することでスピーカシス



Fig. 1 36ch BoSC system

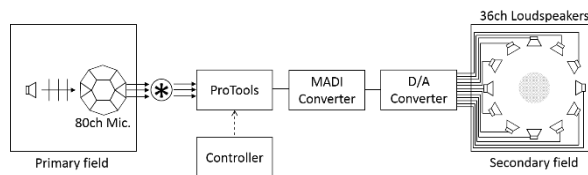


Fig. 2 Block diagram of 36ch BoSC system

テムや空間の壁面からの反射波の影響を軽減している。

また、本システムのブロックダイアグラムを Fig.2 に示す。36ch の音源を Mac Pro 上の DAW (AVID 社 ProTools HD) を用いて再生し、AVID 社 MADI コンバータ, RME 社 D/A コンバータを経由した後、各スピーカから信号が放射される。Protools のコントローラとして AVID 社 C|24 を使用した。これにより、DAW 上でのフェーダー操作やイコライジング操作などの各操作を実際に聴きながらより直感的に手早く行うことを可能とした。

### 3 リファレンス

#### 3.1 測定方法

イコライジング操作を導入する際のリファレンスとするため、本システムによる音場の再現性能を測定した。

九州大学内の無響室で Pink Swept-Sine 信号を放射し、それを 80ch フラールンマイクロホンで収録した。また、フラールンマイクロホンの中心位置で原音場の周波数応答算出用のインパルス応答の測定も DPA 社 4090 を使用し行った。80ch フラールンマイクロホンで収録した信号に、本システムを設置した九州大学内音響スタジオで収録した伝達特性をもとに計算した逆フィルタを畳み込み、36ch の音源を生成した。その音源を本システムで再生し、再生領域の中心で DPA 社 4090 を使用し再度収録した。さらにその音源に、初めに無響室で再生した Pink Swept-Sine 信号の逆 Pink Swept-Sine 信号を畳み込むことでインパルス応答とし、無響室でのインパルス応答から算

A study on changes of impressions by introducing “Equalization” in sound field reproduction system, by ISHIBASHI Takahiko, SAITO Yuto, OMOTO Akira (Faculty of Design, Kyushu University, JST / CREST), KAWAHARA Kazuhiko (Faculty of Design, Kyushu University)

出される周波数応答を比較した。その周波数応答の差をイコライザの設定の指標とした。

### 3.2 イコライザ設定

本研究では、イコライザとして ProTools 上のプラグイン「EQIII」のパラメトリックイコライザ機能を使用し、36ch の全てに同じ設定で割り当てた。無響室と音響スタジオでそれぞれ測定したインパルス応答から、周波数応答 (Fig.3) を算出し、その周波数応答の差から Table 1 に示すイコライザのパラメータを導出した。

## 4 印象調査

Table 1 に示した設定のイコライザを割り当てた場合とバイパスにした音源を使用し、本学内学生を対象にリスニング調査を行った。まず聴取者には自由に感じた印象を答えてもらい、さらに質問者からは定位や臨場感、自然さや好みなどについて主に質問した。聴取レベルは、コントローラのフェーダーを使い聴取者自身で操作できるようにした。音源はライブハウスでのバンド演奏 (A)、森林でのチェロ演奏 (B)、能楽 (C)、ホールでのオーケストラ演奏 (D) の 4 種類を用いた。以下に得られたコメントを抜粋して示す。

A : 処理後レンジが広がったように感じた

処理後空間が狭くなったように感じた

B : 処理後チェロが際立つ

C : 処理前後で違いが分かりづらい

D : ティンパニーは処理前の方が迫力がある  
以上より、コメントの内容にはコンテンツ間で差が見られ、処理前後で違いが分かりづらい音源もあった。今回使用した 4 種類の音源には、音源 A、D など周波数帯域が広いものがあり、周波数帯域が狭い音源 C と比べてイコライザの影響がより大きく出たと推測される。

## 5 まとめ

境界音場制御を用いた音場再生装置にイコライジング操作を導入し、原音場と再現音場の周波数応答の差からイコライザのパラメータを設定することを試みた。さらに、イコライザを導入することで周波数応答を補正することができたが、それにより必ずしもネガティブな印象が付加されるわけではないことが明らかとなった。

また本研究では、周波数応答の差に着目し

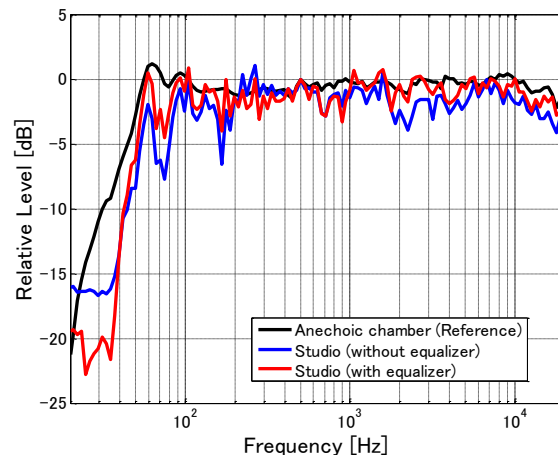


Fig. 3 Comparison of frequency responses of impulse responses in anechoic chamber (primary field), studio (secondary field) with and without equalizer

Table 1 Settings of equalizer of EQ III plugin

Filter	Freq. [Hz]	Q	Gain [dB]
Low	70	3	6
Low-mid	167	5	6
Mid	265	3	-3
High-mid	2500	1	3
High (shelving)	8000	0.8	3

たが、他の物理指標などを比較し、コンテンツ間の差やイコライザの設定などに関して詳細な印象評価実験を行う計画である。

## 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 25282003 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 伊勢史郎, "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", 日本音響学会誌, Vol. 53, pp. 706-713, 1997.
- [2] 伊勢史郎 "音楽の技能を遠隔伝送するための没入型聴覚ディスプレイ装置"音響樽"の開発", 日本音響学会講演論文集, pp. 1287-1290, 2014.
- [3] 高以良光, 浅井拓朗, 尾本章 "境界音場制御に基づく 48 チャンネル音場再生システム「音積木」の提案", 日本音響学会講演論文集, pp. 1195-1196, 2014.
- [4] Akira Omoto, et al., "Music performance with Variable Reflection Acoustic Wall System", Proc. FORUM ACUSTICUM. 2014.