

## 静岡英和学院大学大講義室兼講堂の音響設計 音場創生システムによる礼拝用途への対応\*

高橋顕吾、岸永伸二（ヤマハ ST 開発センター） 七五三範明（ヤマハ音楽振興会）

### 1. はじめに

静岡英和学院大学大講義室兼講堂（以下「講堂」と称す）は一般的な教室形態（矩形・ワンフロア）をベースとした525名収容の多目的な施設であり、主用途の講義・講演の他、礼拝も行われる。このため、明瞭度を重視したデッドな音場（講義時）を基本に、残響付加装置を導入することで、教会やホールの音場再現（礼拝時）を可能としている。諸元を表1に示す。

### 2. 音響計画

本講堂の設計に際しては公共ホールのような多機能性・専門性ではなく、学校行事に即した機能・性能、及び使い勝手が要求された。宗教系の学校であるため、日常の講義・講演の他、毎週開催される礼拝にも音響的に対応する必要がある。音響計画では講義と礼拝において全く異なる音響性能が要求されるため、建築及び設備両面から対応を検討した。講堂の平断面、及び音響設備の概略を図1に示す。

#### 建築音響上の対応

室形状としては、主用途である講義や講演時におけるスピーチの明瞭性を重視して、舞台と客席のつながりを重視した平断面形状としている。天井面は客席後部まで音が伝搬するように後壁方向への反射音が寄与しやすい扁平曲面としている。また、内装計画については残響時間1.0秒以下（平均吸音率30%）を目標として、後壁・側壁を重点的に吸音処理している。

#### 音響設備上の対応

講義・講演時のスピーチ拡声のため、出力系にはメインスピーカ（L,R）とセンタースピーカ、及び客席後部の天井補助スピーカを、操作系にはシーンメモリー可能なデジタル卓を導入している。これにより講堂内全体に十分な音量・音質で拡声するとともに使い勝手の向上を図っている。また、毎週開催される礼拝に対応するため、様々な空間で実測されたインパルス応答のたたみ込み処理による残響付加装置（音

表1. 諸元

施設名称	静岡英和学院大学大講義室兼講堂		
所在地	静岡市駿河区池田 1769		
設計監理	(株)エー・アンド・エー総合設計		
音響設計	ヤマハ(株)ST開発センター		
施工	(株)鴻池組	竣工	2008年11月
容積(V)	2194 m <sup>3</sup>	表面積(S)	1434 m <sup>2</sup>
収容人員(N)	525席	V/N	4.2 m <sup>3</sup> /人

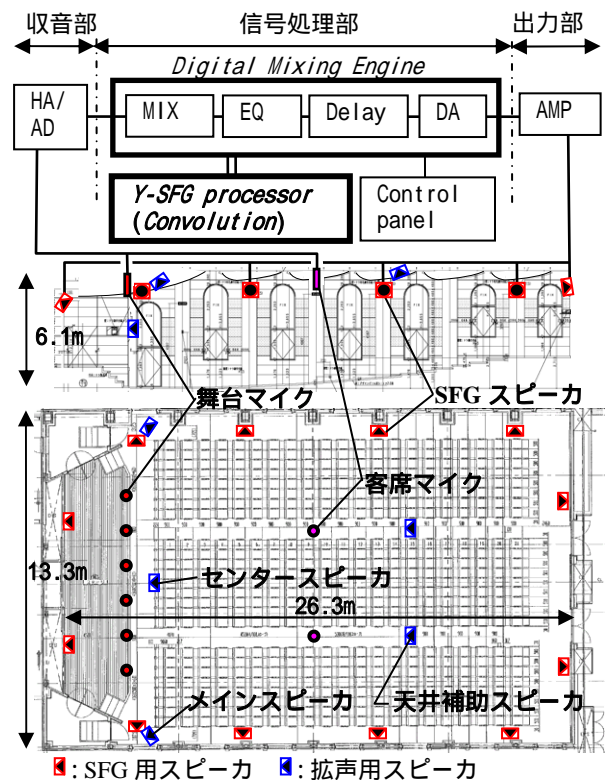


図1. 講堂平断面

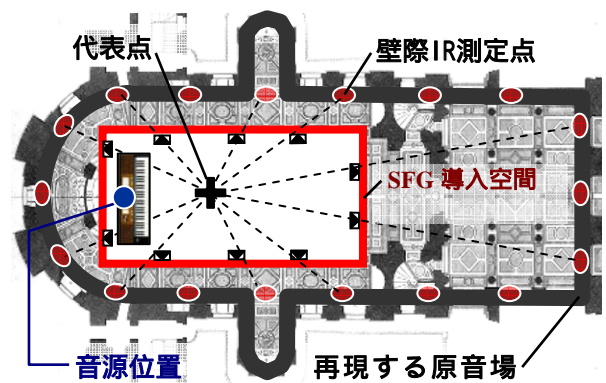


図2. 音場創生システム概念

\* Acoustic design of the large lecture room in SHIZUOKA EIWA GAKUIN University, - Introduction of Yamaha Sound Field Generation system for usage as a chapel -, by Kengo Takahashi, Shinji Kishinaga (YAMAHA Center for Advanced Sound Technologies) and Noriaki Shime (YAMAHA Music Foundation)

場創生システム)を導入し、実在する教会やホールへの響きを再現可能としている。

### 3. 音場創生システムについて

音場創生システム (Yamaha Sound Field Generation system: 略称 Y-SFG) は、実在するホールや教会などの音響空間 (再現する原音場) に固有の“響き”をサンプリングし、別の異なる音場 (導入空間) で原音場を立体的に再現 (創生) するシステムである。図2にシステム概念を示す。

具体的には、まず創生する原音場の音源位置に仮設したスピーカより音源信号 (Time Stretched Pulse) を再生し、室全周壁の等間隔位置の壁際でインパルス応答を測定する (「壁際 IR」と称す)。一方、導入空間においては、音源位置近傍の天井にマイクを、場内代表点から見て等角度方向の壁面にスピーカを配置する。そして導入空間でのマイク収音信号に壁際 IR をたたみ込み、周壁のスピーカから再生することで原音場を再現する。その際、たたみ込むデータは壁際 IR データより直接音を除去したものを使用するとともに、音源位置 ~ 原音場の壁際 IR 測定点 ~ 導入空間の再生スピーカまでの経路分の遅延と減衰を与えている。

本講堂で採用した音場創生パターン (再現する原音場) を表2に示す。各種音楽演奏に対応するパターンとして「音楽重視の多目的ホール (残響短め)」と「音楽専用ホール (残響長め)」を、礼拝時のオルガンや賛美歌合唱に対応するパターンとして「木造の教会 (残響短め)」と「石造の教会 (残響長め)」を設定している。なお再現する原音場は導入空間と比較して同規模以上で且つライブであることが前提となる。またシステム上は4つのスイッチとフェーダーによりパターン切替えと残響音レベルの簡易操作を可能としている。

### 4. 音響測定結果

明瞭度と残響時間測定結果を図3、4に示す。

スピーチに適したデッドな音場設定 (残響時間 0.7 秒) と拡声スピーカの最適配置により、D値が 70~77% (拡声設備未使用 ~ 使用時) STI が 0.77 (拡声設備使用時) と、高い明瞭性が確保されている。

また、音場創生システムの導入により、残響時間は 0.7 秒 (システム OFF) ~ 最大 2.9 秒まで可変可能である。周波数特性上は再現する原音場の持つ特徴が反映されており、パターン

表2. 音場創生パターン

再生する原音場 (諸元)	残響時間*
システム OFF (席数:525 席, 室幅:17.3m, 奥行:26.3m)	0.7 秒
多目的ホール (約 500 席, 残響:約 1.9 秒)	2.1 秒
音楽専用ホール (約 1000 席, 残響:約 2.4 秒)	2.8 秒
木造教会 (室幅:約 10m, 奥行:約 24m, 残響:約 1.7 秒)	2.0 秒
石造教会 (室幅:約 22m, 奥行:約 38m, 残響:約 2.8 秒)	2.9 秒

\* ) 各パターンの最大値 (250 ~ 2kHz 平均)

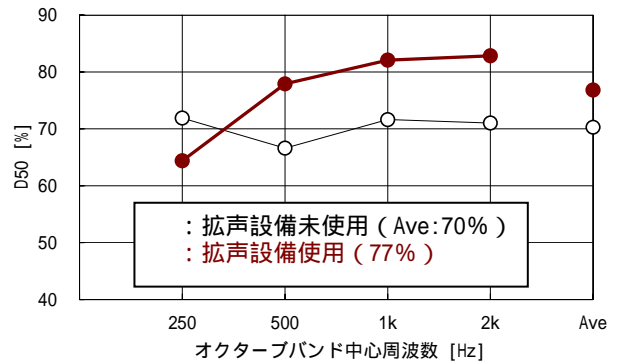


図3. D値特周波数性

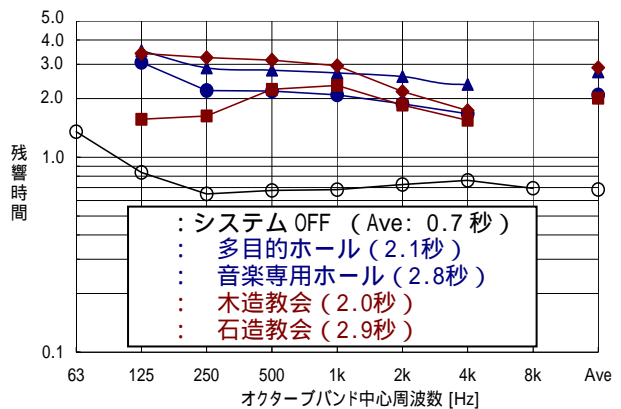


図4. 残響時間周波数特性

(ホール音場) では全帯域で残響延長している様子が、木造教会 (木製壁・天井面での板振動による低音吸収あり) では高音域を中心に、石造教会 (内装剛性大) では低音域を中心に残響延長されていることがわかる。

### 5. まとめ

本施設は宗教系学校の講堂として、講義と礼拝という対局する音場を同一空間で実現するため建築・設備両面からの対応を図った。そして音場創生システムを導入することで「音声の高明瞭度を前提としたデッドな音場 (システム OFF)」と「響きの長い教会やホールの音場 (システム ON)」を用途に応じて切替えることとした。これにより講義と礼拝、さらには音楽会まで対応可能な音場可変を実現している。