

An aerial photograph of a forest with a rocky clearing. The ground is covered with rocks, moss, and sparse vegetation. A person is visible in the center of the clearing. Numerous white rectangular markers of various sizes are overlaid on the image, indicating specific recording points for the sound production. The markers are scattered across the clearing and the surrounding forest floor.

GENELEC®

没入感サラウンド制作
ガイドブック
2018





Genelec Immersive Solutions

音声知覚からみた Immersive Audioとは	4
Immersive Audioの技術背景と現況の各種フォーマット	6
研究向けや実験検証用に最適化したシステム構成	8
Genelecが提案する規模別最適システム構成例	10
GLM™ソフトウェアによる Immersive Audio システムのモニター配置 キャリブレーション、コントロール機能について	14
スタジオにおけるモデル別性能比較	15
Genelecスタジオ・モニター一覧	17

音声知覚からみた Immersive Audio とは

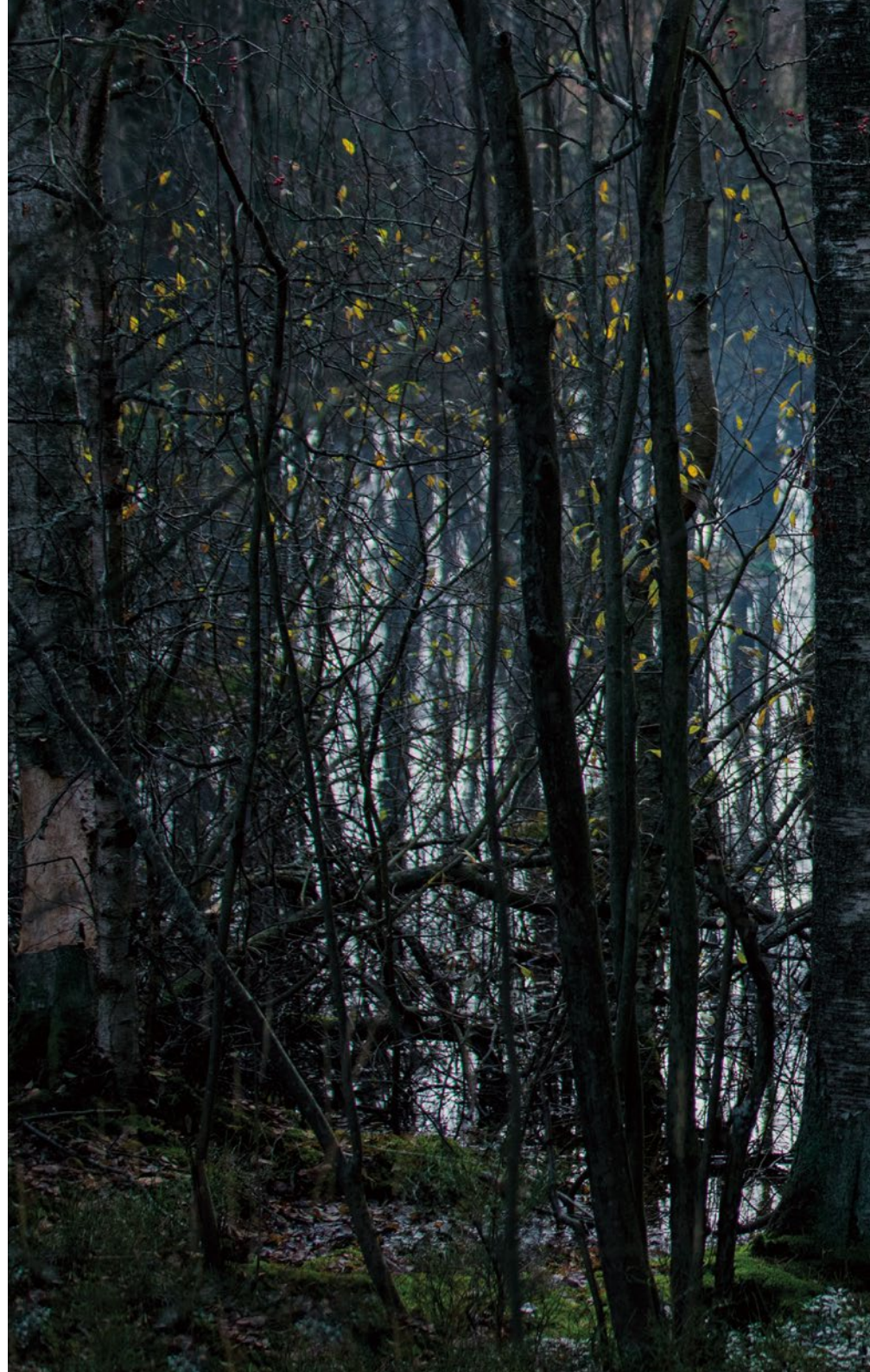
私たちは、日頃生活している環境から様々な音を無意識に知覚していますが、その恩恵は、知覚を失った時に初めて認識しています。知覚の欠如現象は、多くの場合一時的な現象であり、例えば風邪をひいた時などに発生します。特に片耳だけが聞こえないと言った場合には、私たちが想像するよりもひどいストレスを引き起こします。

赤ちゃんは、生後最初に音を認識しある音が発生するとすぐにその方向へ視点を向けています。私たちは、成長するにつれてそれまでに培った経験を学習し改善することで知覚情報をさらに高めることができます。外耳道や耳タブといった耳の構造は、多くの経験を重ねるとともに成長し空間をとらえるための十分な能力を備えていきます。

アジマスと呼ぶ到来方向軸によって耳タブで捉えられた到来音は、特有の音色になります。ゴールデン・イヤールと呼ばれる聴覚に優れた人たちは、この特徴 (Azimuth) と頭の動き (Head Movement) を組み合わせることで Immersive Sound 音や反射のある室内音から直接音を判別、知覚しています。

Immersive Audio の最大の特徴と言えるのは、球面空間内での位置情報が極めて正確であるという点にあります。もう一つの特徴と言えるのは、空間再現の良さです。これは、ITD (両耳間時間差) の中で最も低域となる 50 - 200 Hz の情報が寄与していますが、再生システムの完成度によっても左右されます。

広い空間を持った室内でモニターの調整 (アライメント) が適切に行われたシステムにおいては、様々な Immersive Audio 再生を正確に再現することができます (ヘッドホン再生も含まれます)。このために、再生環境を構築するサウンド・デザイナーは、ITD と頭の動きを最大限活用し、リスナーの皆さんが長時間の試聴でも疲労感や仮想酔い (Cyber sickness) にならないよう努力をしています。





感覚を研ぎ澄ます！

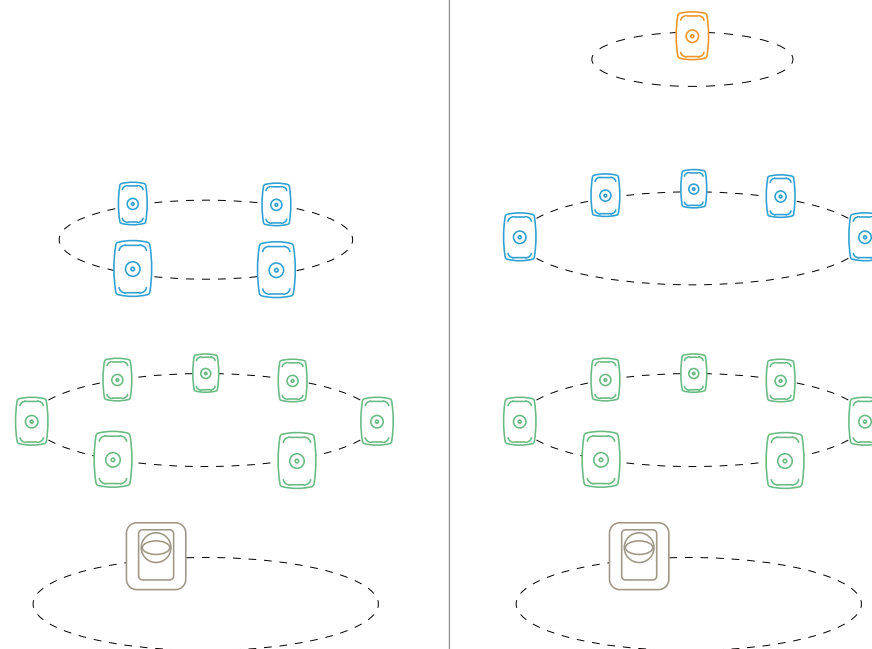
Immersive Audioの技術背景と 現況の各種フォーマット:

Immersive Audioを実現するためには、これまでの水平面サラウンド・システムに比べより多くのモニターが必要となります。これらは「レイヤー」と呼ばれリスナーの上部あるいは下部までを含んだ配置となります。このレイヤーを具体的に定義するためには、使用するチャンネル数で表記し11.1や7.1.4と表しますがメーカーや国によって異なっているのが現況です。しかし上記の表記は、11チャンネルの独立した全周波数を再生するメイン・モニターと1チャンネルのLFEモニターで構成していることを表しています。

正確な再生を行うためには、これらのモニターを設置した上で、スイート・スポットでの再生レベル - 時間差 - 周波数特性の3要素を全てのモニターで調整(アライメント)する必要があります。Genelecのシステムではこの煩雑なアライメントをGLM™というソフトウェア・ベースで実現することができます。GLM™の詳細については後述する14ページで紹介します。

GenelecのImmersiveモニター・システムの特徴:

- モニター軸上、軸外に置いても色付けがなくフラットな再生音。
- 様々な環境に応じた製品群を提供。具体的には、部屋の大小や制約のある中継車、大規模なダビング・ステージまで幅広い製品群を提供。
- モニター製品群は、GLM™ソフトウェア(GLM™キットに付属)と本体が統合されており、正確なキャリブレーションが可能です。また、GLM™ソフトウェアは、モニター・コントローラー機能をさらに補強します。
- 様々な設置条件に応じたモニター・マウントキットを用意し適切な設置位置を実現。
- 堅牢で頑強な耐久性。



Dolby Atmos

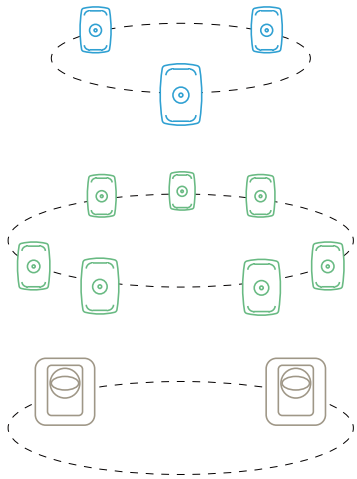
Dolby社によって2012年に提起された方式でオブジェクト・ベースのImmersive Audioに幅広く対応しているのが特長です。最大で128トラックを扱うことができ設置モニターは、64個まで対応しています。特長としては、以下の点が挙げられます。

- メイン・サラウンドとハイトと呼ぶ2つのレイヤーで構成
- 家庭環境の再生には最大で7.1.4チャンネルまで対応
- 映画館再生環境には、21.1.10チャンネルまで対応

Auro-3D

Auro3Dは2006年に提起されたチャンネル・ベースの方式で3レイヤーによって構成され、以下に述べるような各種フォーマットがあります。

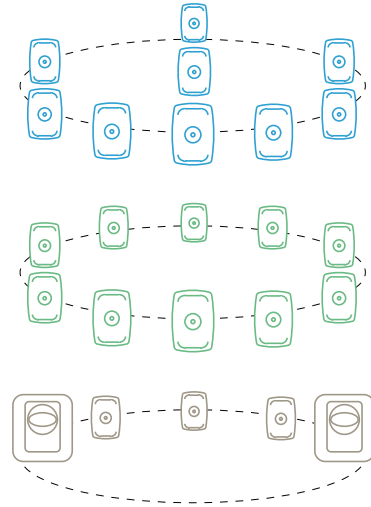
- メインサラウンド・ハイト、そしてVoice of Godと呼ぶ頭上真上のチャンネルの3レイヤーで構成
- フォーマットは、7.1.2から7.1.6(10チャンネルから14チャンネル)
- エキストラ・チャンネルとしてAuroMaxと呼ぶオブジェクト・ベースの拡張チャンネルを用意



DTS:X

2015年に提起されたフォーマットでDolby Atmos同様オブジェクト・ベースのシステムですが、モニターの配置は、あらかじめ決まっています。

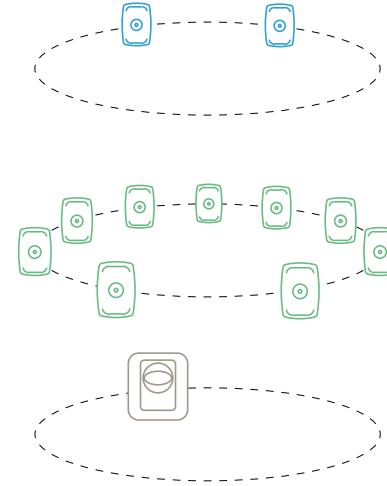
- メインサラウンドとハイトチャンネルによる2レイヤー構成
- チャンネル数とモニター配置を指定し音声レンダリングが実施される
- 最大で32個のモニター配置と7.2.4チャンネルで構築



22.2

日本のNHKにより開発されたUHD-TV放送用のフォーマットでチャンネル・ベースにより3レイヤーで構成され22.2チャンネルが用意されています。

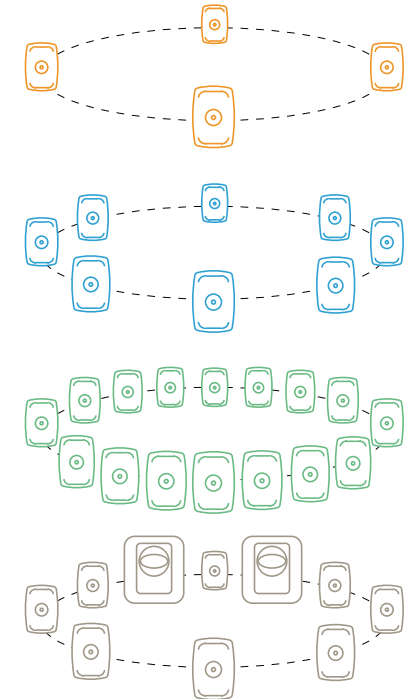
- 3レイヤー構成で放送及び家庭視聴を目的
- 固定したチャンネル数とモニター配置により制作
- 家庭では、フルの再生または、縮小したチャンネル数で再生



MPEG-H 3D

フランホファーとテクニカラー及びクアルコムによって提起されたフォーマットで最大64個のモニター配置と128チャンネルのコーデック・コアチャンネルで構成

- チャンネル数に応じて自由な構成が可能なアーキテクチャー (Scalable Architecture)
- オブジェクト・ベースのみでも、またはHOA (Higher Order Ambisonics) やチャンネル・ベースと組み合わせても構成可能



ITU-R/Pure Research

ITU-RがUHD-TVにおける現実的な3D Audioのあり方を要求案件として調査したフォーマットでPure Researchは、映像の有無にかかわらずモニター再生・バイノーラル再生に特化した規格となっています。

- 最少で3レイヤー・LFEはモノラルか2チャンネルで構成
- チャンネル数は、11から最大80チャンネル
- ITU-RはNHK SMPTE及びEBUとこの規格の共同作業を推進

研究や実験検証用のシステム

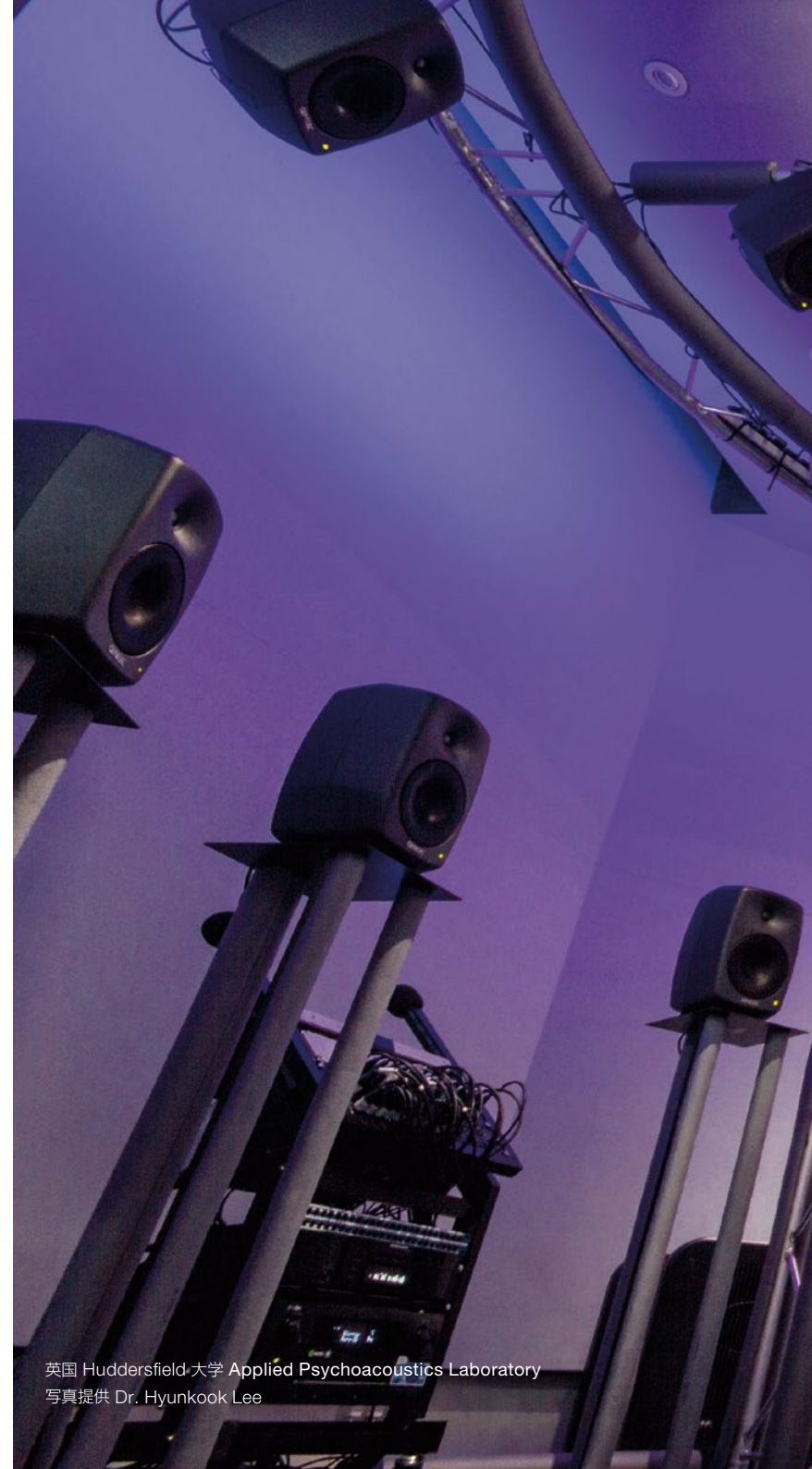
現在大学を中心とした学術研究所や商業組織において Immersive Audio の研究、開発が行われています。この動きは、将来の新しいフォーマットとなるであろう高度空間情報の伝達方式やバイノーラル伝送フォーマットでの主導的な地位を世の中に先駆けて確立し利益を得ようという背景があります。

映画やゲームそして VR におけるバイノーラル伝送を満足させる上で音源の持つ方向情報 (Azimuth) のみならず日頃私たちが聴いている間接音についても適切に再現できなければなりません。バイノーラル伝送では、直接音と間接音の知覚が個人によって異なる点やリアル・タイムでの頭の動きや体の動きも考慮したレンダリングが求められます。こうした要件を満足するためにバイノーラル再生システムでの処理負荷は、大きくなりますが、可能な限り精度の高い再現が求められています。

Immersive Audio の実験検証システムは、主観評価結果やデータ集積の精確さを必要としますのでそれらを満足する精緻なシステムが不可欠となります。Genelec では、こうした目的のために同軸型のポイント・ソース再生が行えるモニターとして「The Ones」を開発しました。本機は、これまでの一般的なモニター設計では実現できない直接音と間接音の色付けを無くし Immersive Audio の研究に必要絶対要件となる特性を実現しています。この特性により「The Ones」は、Immersive 研究のみならずマイクロフォン制作といった分野までをカバーする状況を生み出しています。

研究目的に必要な全方向におけるモニターの放射特性要件についてはこれまであまり公表されることがありませんでした。Genelec のモニター群はこの要件に適応した幅広い選択肢がありますので是非各モデルの詳細について www.genelec.jp で参照してください。

また SAM™ スタジオ・モニターや LFE 製品はすべてアライメント調整が可能な GLM™ ソフトウェアに対応していますのでそのメリットについても詳しく理解することができます。







bit MASTER studio

Genelecが提案する規模別最適システム構成例

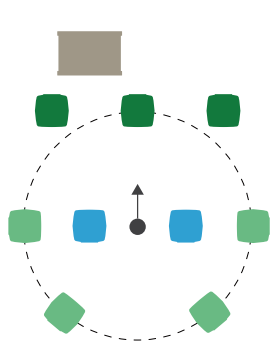
コンパクト 7.1.2

設置例：中継車、研究施設

モニター距離：1.2m

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 8330 or 8331
- サラウンド: 4 x 8330 or 8331
- ハイト: 2 x 8330 or 8331
- サブウーファー (LFE): 1 x 7360



マウント・アクセサリ：
4 x 8000-420 壁面取付け金具
2 x 8000-436 天井取付け金具

布線：
アナログまたはデジタル・ケーブル、
e.g. 10 x AES/EBU XLR

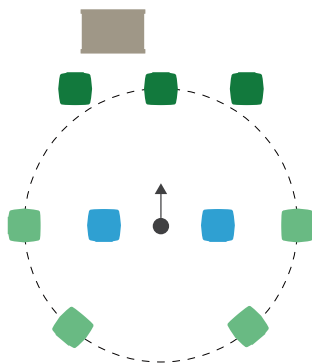
小規模 7.1.2

設置例：放送局、生放送コントロール・スタジオ

モニター距離：1.2m

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 8340 or 8341
- サラウンド: 4 x 8340 or 8341
- ハイト: 2 x 8331 or 8341
- サブウーファー (LFE): 1 x 7370



マウント・アクセサリ：
4 x 8000-402 可変壁面取付け金具
2 x 8000-436 天井取付け金具

布線：
アナログまたはデジタル・ケーブル、
e.g. 10 x AES/EBU XLR

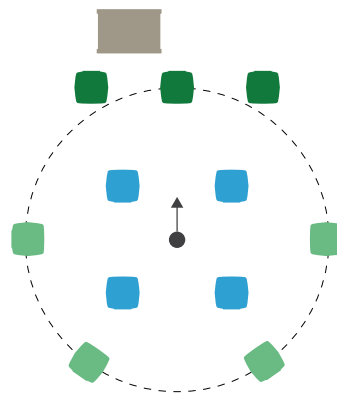
小規模 7.1.4

設置例：放送局、ポスト・プロダクション・スタジオ

モニター距離：2.0m

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 8351
- サラウンド: 4 x 8340 or 8341
- ハイト: 4 x 8341
- サブウーファー (LFE): 1 x 7380



マウント・アクセサリ：
4 x 8000-402 可変壁面取付け金具
4 x 8000-436 天井取付け金具

布線：
アナログまたはデジタル・ケーブル、
e.g. 12 x AES/EBU XLR

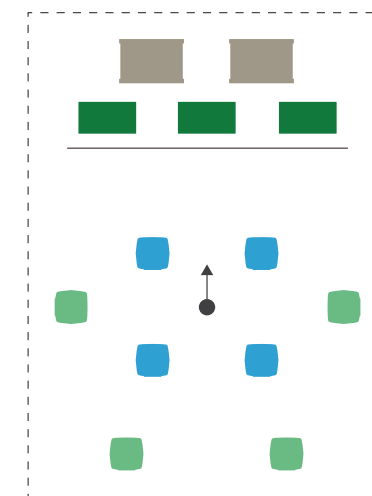
中規模 7.2.4

設置例：ポスト・プロダクション・スタジオ、映画スタジオ

モニター距離：3.0m フロント、他 1.5m

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x S360
- サラウンド: 4 x 8341
- ハイト: 4 x 8341
- サブウーファー (LFE): 2 x 7380



マウント・アクセサリ：
4 x 8000-402 可変壁面取付け金具
4 x 8000-436 天井取付け金具

布線：
アナログまたはデジタル・ケーブル、
e.g. 13 x AES/EBU XLR

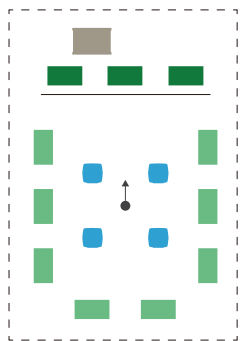
中規模 11.1.4

設置例：ポスト・プロダクション・スタジオ、
映画スタジオ

モニター距離：3.0m フロント、他 2.0m

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 1238A/DF/AC
- サラウンド: 8 x S360
- ハイト: 4 x 8341 or 8351
- サブウーファー (LFE): 1 x 7382



マウント・アクセサリ：

- 8 x 8000-402 可変壁面取付け金具
- 8 x S360-424B U字ブラケット
- 4 x 8000-436 天井取付け金具

布線：

アナログまたはデジタル・ケーブル、e.g. 16 x AES/EBU XLR

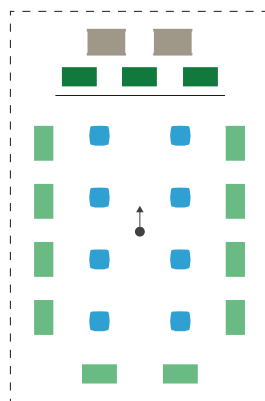
中規模 13.2.8

設置例：映画ダビング・ステージ

モニター距離：5.0m フロント、3.0m サラウンド、
2.5m 天井ハイト

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 1234A or 1234AC
- サラウンド: 10 x S360
- ハイト: 8 x 8351
- サブウーファー (LFE): 2 x 7382



マウント・アクセサリ：

- 10 x 8000-402 可変壁面取付け金具
- 10 x S360-424B U字ブラケット
- 8 x 8000-444 長尺天井取付け金具

布線：

アナログまたはデジタル・ケーブル、e.g. 23 x AES/EBU XLR

オプション：

サイドやリア側へベース・マネージメントやLFEを設置する場合には、e.g. 2 x 7380 デジタルインターフェースが介在する場合には、2 x 9301 インターフェース・ユニットの設置を推奨

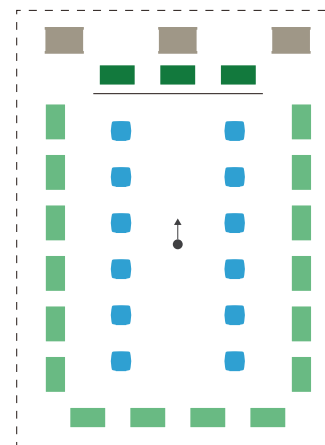
大規模 19.3.12

設置例：映画ダビング・ステージ

モニター距離：8.0m フロント、5.0m サラウンド、
2.5m 天井ハイト

推奨モデル：

- フロント・メイン LCR: 3 x 1236
- サラウンド: 16 x S360 or 1238DF
- ハイト: 12 x 8351 or S360
- サブウーファー (LFE): 3 x 7382



マウント・アクセサリ：

- 16 x 8000-402 可変壁面取付け金具
- 16 x S360-424B U字ブラケット
- 12 x 8000-444 長尺天井取付け金具
- 12 x S360-450B U字ブラケット
- 12 x S360-465B 天井取付け用プレート

布線：

アナログまたはデジタル・ケーブル、
e.g. 33-35 x AES/EBU XLR

オプション：

サイドやリア側へベース・マネージメントや LFE を設置する場合には、e.g. 4 x 7380 デジタルインターフェースが介在する場合には、2 x 9301 インターフェース・ユニットの設置を推奨



フィンランド Kalevala フィルム・サウンド・スタジオ
写真提供: Joonas Toivanen

GLM™ソフトウェアによる Immersive Audio システムのモニター配置、キャリブレーション、コントロール機能について

モニター配置とキャリブレーション

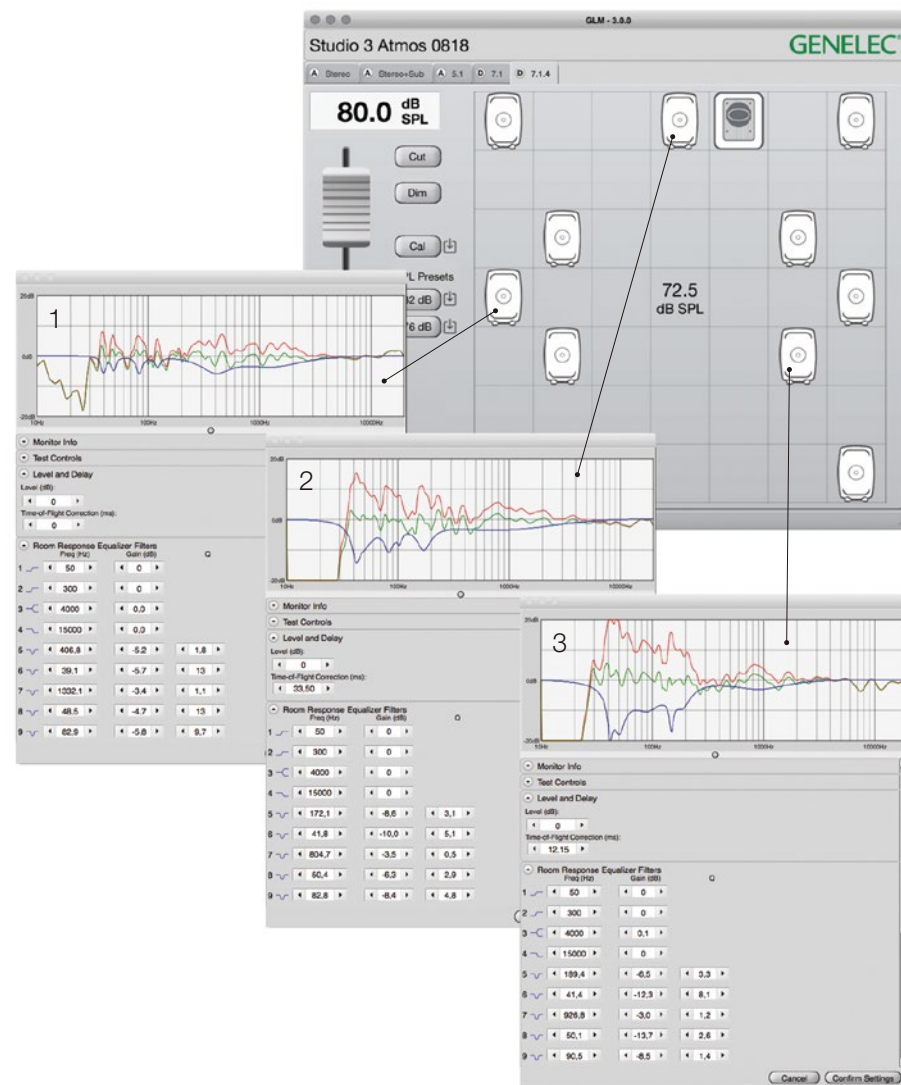
異なった室内条件においても正確な再生を実現する上でモニターを設置した後に適正な調整を行なうことが重要となります。GenelecのGLM™ソフトウェアは、数千ヶ所のリスニング・ルーム調査と10年に及ぶ研究データを組み合わせどこでも手軽に正確な再生環境を構築することを可能とした測定調整ツールです。

Immersive Audio システムを構築した場合は、その配置と調整という組み合わせが最高の性能を発揮する上で不可欠となります。図1-3に示した例は、全く同一のモニターを設置したとしてもリスニング・ポジションで正確な調整を行わないとそれぞれが異なる音色で再生されるという現象を示しています。そのためには、遅延による距離補正や再生レベルの統一、時間補正や位相の調整を行う必要があります。GLM™ソフトウェアは、この問題を手軽に解決するためのツールです。さらに映画音響で基準となるX-カーブ特性調整、ユーザーのカスタム設定などによりさらなる追い込みを可能としています。

モニター・コントロール

GLM™ソフトウェアは、PCあるいはMacベースで日常の様々なモニター・フォーマットを瞬時に切り替えながらMIXを行うことができます。例えば、2CHステレオから5.1、7.1.4、あるいは22.2、19.3.12といった変更が正確かつ手軽に行えるメリットがあります。

GLM™は、様々なラウドネス基準値に応じた最適モニター・レベルのキャリブレーションやソロ、ミュート機能を備えユーザーは、多様なフォーマットの切り替え、モニター・システムやリスニング・ポジションの変更などを映像との同期を維持したまま一括でコントロールすることができます。



スタジオにおけるモデル別性能比較

モニター距離と再生音圧レベル

リスニングやMIXポジションと設置したモニターとの距離の関係は、大変重要です。これらは、製品の持つ性能と音圧 (SPL レベル) が関係しますので次に紹介するSAM™スタジオ・モニターを参考に最適な製品を選択してください。

室容積
55 m³
1'950 ft³ 0.21 s

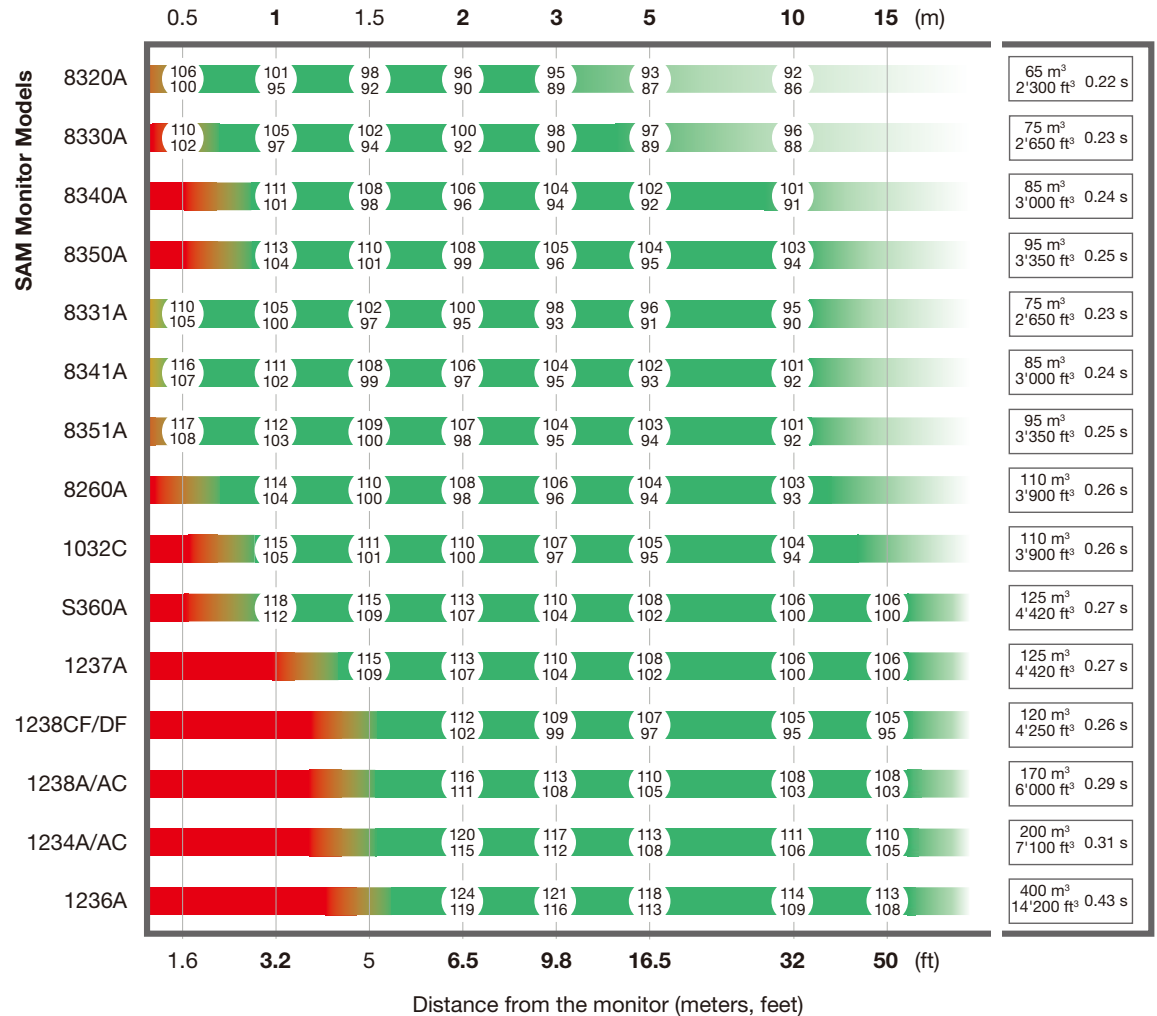
室内残響時間(RT60)

短時間音圧レベル
100Hz-3KHzまでの短時間平均サイン波最大音圧レベル (この値は、軸上で室内中間部に測定。ピーク・レベルは、この値よりも大きくなります)。この値は、通常システムやプログラムの持つヘッドルームよりも4dbほど低い値となるのが一般的です。さらに詳しくお知りになりたいユーザーは、Genelecまでお問い合わせください。

長時間音圧レベル
最大長時間 RMS 実効値レベル
これも軸上で室内の中間点にて IEC 60268-5 (ドライバー保護回路による制限付き信号) を再生し測定します。

モニター距離と得られる音圧レベル
短時間音圧レベルと長時間音圧レベルを考慮し室容積と残響時間に応じてベストなヘッドルームを持ち合わせたモニターを選択します。(ITU-R BS.116を準拠) もし該当室内の残響時間が長い場合は、図に示すように長時間音圧レベルが予測より大きくなる傾向が見られます。

モニター距離の限界
リスニング・ポジションとモニターの距離があまりに短い場合は、モニターの数値ユニットから再生するサウンドがリスニング・ポジションでうまく融合せず設計時の性能を発揮しない場合があります。



直接音が支配する領域

MIXを行う場合には、モニターからの直接音と部屋の残響成分のバランスが最終的な仕上がりに密接な関係を持っています。以下の表では、SAM™スタジオ・モニターのモデル別最適リスニング距離の推奨範囲を示しています。

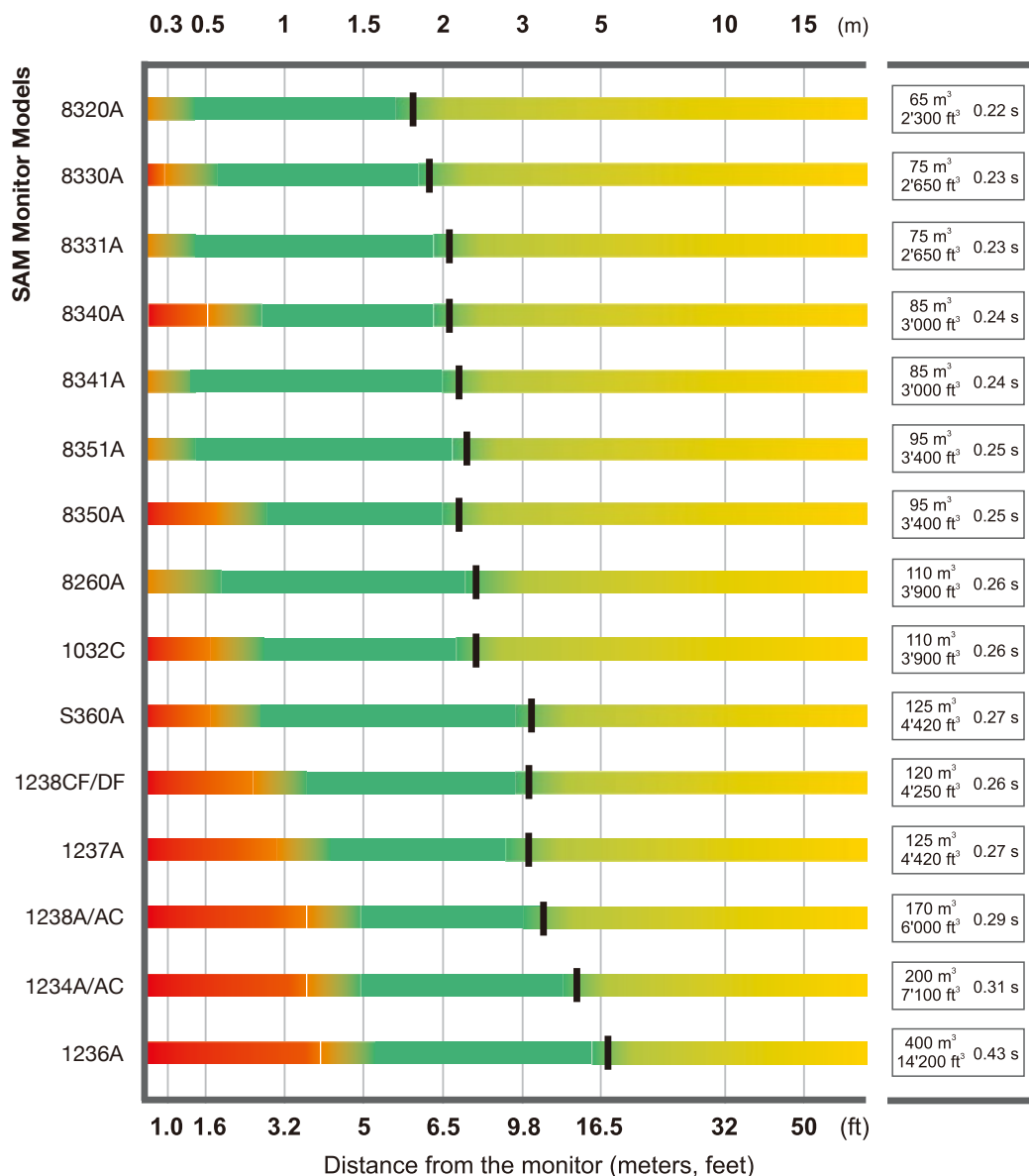


臨界モニター距離
モニターとMIXポジションとの距離が極端に短い場合は、複数モニター・ユニットから合成されるサウンドが融合せず設計時の性能を発揮しなくなります。この結果均一な周波数特性を維持することができなくなりますので、適切なモニター距離を設定し均一で安定したモニター再生特性を維持するようにしてください。

直接音支配領域
適切なモニター距離を設定すると部屋の影響で起きる直接音と間接音（残響音）の割合は、直接音に支配されることになります。この領域内にモニターを設置しておけば部屋の間接音からの影響を排除でき、結果正確なステレオ・イメージをMIXすることができます。逆に距離を大きくしていくと直接音の割合は減少していきます。

臨界距離 (Critical Distance)
臨界距離とは中域の周波数範囲 (200Hz-4KHz) においてモニターから再生される直接音とそれが部屋の影響で間接音の響きとなる比率が1:1の等分となる距離を示す指標です。この指標は、部屋の容積やITU-R BS.1116-1で勧告している部屋の残響時間特性及びモニター自身の音響放射特性に関係しています。注) ITU-R BS.1116 及び1116-1の資料はいずれもITU-Rからダウンロードできます。

間接音 (残響音) 支配領域
ここで示しているデータは、部屋の中で生じる間接音がモニターからの直接音よりも多くなる距離を示しています。この現象は、モニターとリスニング間距離が長くなるほど影響が出やすくなります。こうしたモニター距離にモニターを設置することは、可能ですが得られるMIXバランスは、部屋の間接音の影響を受け不自然なバランスに仕上がってしまいます。



Genelec スタジオ・モニター一覧

Genelecは、様々な用途に最適なモニターやLFEモニターを提供しどのモデルにおいても正確で自然な特性を維持しているのが特徴です。

この結果、どのような Immersive 制作環境においても最適なプロフェッショナル・モニター・システムを付属の様々なマウント・アクセサリーを併用することで構築することができます。モデルで言えば超小型のニアフィールド・モニターからミッド・サイズ、さらにフル・サイズの大型モデルまでを用意しています。

この豊富なラインナップによりユーザーの方々の様々な要望～部屋の容積や音声フォーマットの相違、モニター音圧など～に最適化したプロフェッショナル・モニター環境を安定的に提供することが Genelec の使命と言えます。

室内音響が抱える特性と構築したシステムが正確に相乗効果を生み出すことが実に重要だと言えます。Genelec は、このために「Genelec 製品から正しい選択をすれば、その結果は、どこでも信頼を得られる結果になる」
～ When you get it right on a Genelec, it's right everywhere ～
点を最大の優位性として強調しておきたいと思います。

ここに紹介した製品以外にも多くのモデルが用意されていますので是非 www.genelec.jp へアクセスしてください。







IMMERSIVE AUDIO IS A REALITY

GENELEC®

the sonic reference

株式会社ジェネレックジャパン

<本社>

107-0052 東京都港区赤坂二丁目22番21号

電話番号: 03-6441-0591

<長野オフィス>

389-1104 長野県長野市豊野町浅野1777番地 1-2

www.genelec.jp