

OPSODIS[®] (オプソーディス) は “スグレオト” ～聴きたかった音をカタチにする技術～

OPSODIS は、独自のテクノロジーを使って
まだ実在しない建物内部の音を
設計段階から再現できる
バーチャルリアリティです。

まだ存在していない建物の内部の音を聞きたい・・・
もっとよりよい音響空間を設計したい・・・
建築に携わる多くの人の声に応える技術です。

鹿島技術研究所は、
音楽ホールや大会議場、スタジオなどの音環境を
設計図から可聴化する建築音響を追求しています。

[ご家庭でも「AQUOS オーディオ」で OPSODIS サウンドを楽しめます](#)

[高品位 3D サウンドを実現する「OPSODIS」
\(技術者向け\)](#)

■ご家庭でも「AQUOS オーディオ」で OPSODIS サウンドを楽しめます

- ・鹿島と英国サウサンプトン大学が共同開発した立体音響技術「OPSODIS」が、シャープ株式会社の AQUOS オーディオ<8A-C22CX1>に搭載され、発売されることになりました。
- ・音楽ホールやスタジオ等の建築音響分野で豊富な実績を持つ鹿島技術研究所と、音響技術分野で世界的に著名な英国サウサンプトン大学・音響振動研究所が共同開発した「OPSODIS」により、8K 放送に伴う立体音響や様々な音楽・映画コンテンツをご家庭で楽しめます。
- ・8K 放送に採用されている 22.2 マルチチャンネル音響は、前後・左右・上下方向にチャンネルを配置した 3D 音響方式です。OPSODIS の搭載により、前方に設置したスピーカーのみで 8K 映像にふさわしい臨場感あふれる 22.2ch サウンドを体感できます。
- ・OPSODIS は、2ch(ステレオ)方式の音楽や 5.1ch 方式の映画などのコンテンツにも対応します。身近な生活空間で、当社の音響技術 OPSODIS サウンドを楽しむことができます。
- ・本資料では、立体音響技術「OPSODIS」の概要と、当社が開発した経緯を紹介します。



図 1 シャープ AQUOS オーディオ<8A-C22CX1>

■OPSODIS(オブソーディス)とは

- ・OPSODIS は鹿島技術研究所とサウサンプトン大学・音響振動研究所が共同開発した音響技術。その音響理論の英語名称「Optimal Source Distribution(最適音源配置)」から命名されました。
- ・その特長は以下の通りです。

(1) 前方スピーカーのみで全方位の音を再生

あたかもその空間に居るような臨場感あふれる 3D 音響体験が可能です(図 2)。左右、上下、前後、遠近の音を再現するため、スピーカーの位置を感じさせない圧倒的なリアリティを実現します。

(2) 原音に近い、自然で優れた音質

独創的でシンプルな音響制御によりダイナミックレンジが広く、高品位な音を楽しめます。スピーカー同士の音波干渉を抑制し、原音に近い自然な音です。

(3) 様々な音響コンテンツに対応

本来のバイノーラル音源に加え、2ch(ステレオ)の音楽コンテンツ、5.1ch の映画コンテンツ、22.2ch の立体音響放送などをご家庭で楽しめます。

(4) 「バイノーラル原理」を世界で初めて実用化

バイノーラル(両耳)の音をスピーカー再生によってリスナーの両耳に届ける技術として開発されました。独創的かつ合理的な技術でスピーカー再生による「バイノーラル原理」を世界で初めて実用化しました。



図 2 臨場感あふれる 3D 音響体験

■技術の概要(従来との違い)

- ・人間の「耳」はセンサーです。音の聞こえる方向や距離、広がりなどの空間情報を読み取る能力を持っています。街中で犬が吠える音を聴けば、犬の場所が分かるのはそのためです。(図 3a)
- ・OPSODIS は、前方スピーカーのみで両耳に到達する音を左右独立に制御することが可能であり、まるでその場に存在するかのように、音の空間情報を明確に再現できます(図 3b)。
- ・通常のステレオ配置の左右スピーカーから発せられた音は、その再生空間で混ざり合って両耳に到達するため、本来の音を持つ空間情報を正しく伝えられません。(図 3c)

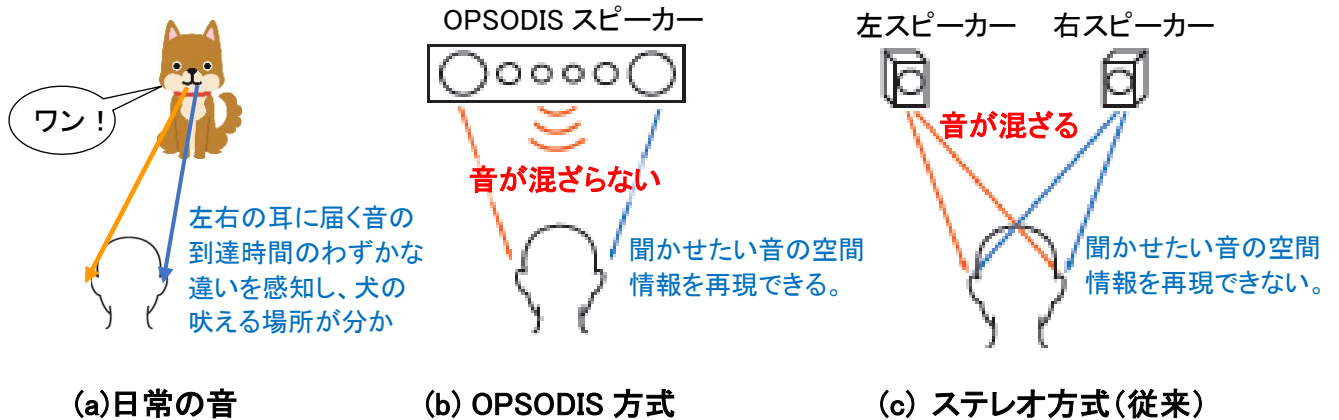


図 3 両耳への音の伝わり方(OPSODIS とステレオの違い)

■音楽ホール・大会議場・スタジオ等の音響設計への活用

- ・立体音響技術「OPSODIS」は元々、設計段階で音楽ホール・大会議場・スタジオなどの音環境を試聴/評価/合意形成するために開発されました。
- ・設計図面を基にした音響シミュレーション結果を「OPSODIS」で立体音響再生し、設計段階で空間の音響性能を作り込み、関係者らが合意形成するのに役立っています。

設計図面

音響解析

可聴化

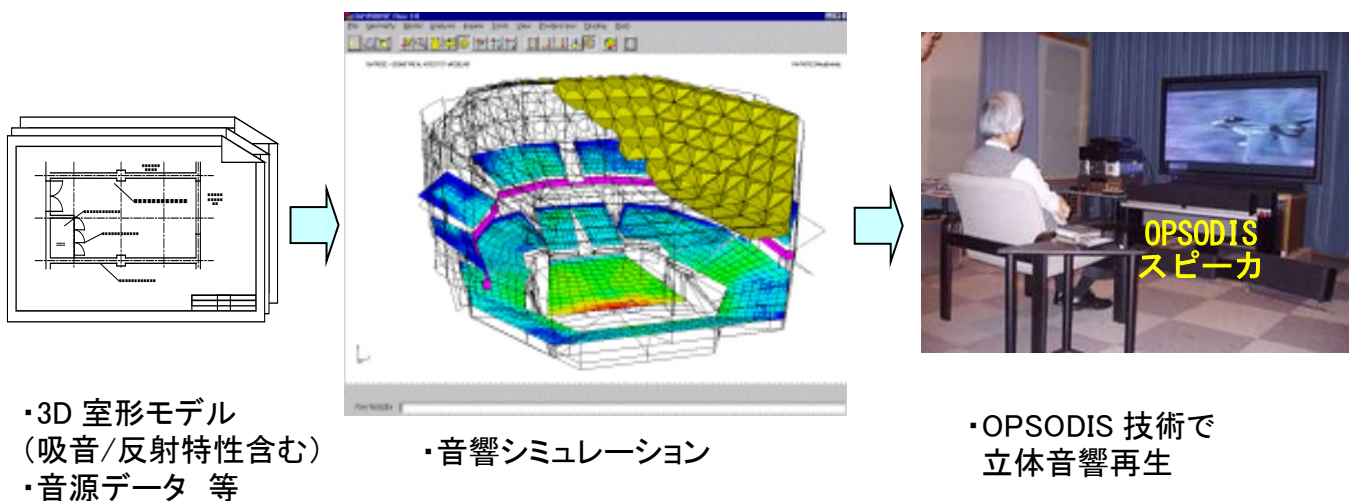


図 4 設計段階に音響シミュレーション結果を聴くことで、空間の音響性能を確認

■今後の展開

- OPSODIS は、建築音響設計用の技術として開発されたものですが、その優れた立体音響性能および音質は幅広く社会のニーズに対応するものです。
- NHK の 8K 放送における 22.2ch サウンドに対応するとともに、ステレオ方式、5.1ch 方式などの様々なコンテンツに対応できるため、ご家庭をはじめ、各種施設で活用できるものです。
- 当社は、産学/異業種連携のオープンイノベーションをさらに推進し、身近な生活空間の中で当社の音響技術が活躍することを期待しています。

高品位 3D サウンドを実現する「OPSODIS[®]」(オブソーディス) ～ 自然な優れた音質で全方位 360 度の音を表現 ～

立体音響技術「OPSODIS」は、音楽ホール・スタジオ等の建築音響分野で豊富な実績を持つ鹿島技術研究所と、音響技術分野で著名な英国サウサンプトン大学・音響振動研究所が共同開発した 3D オーディオ再生技術です。ここでは、独創的かつ合理的な音響理論で、高品位な 3D サウンドを実現する OPSODIS 技術について概説します。



図 1 臨場感あふれる 3D 音響体験

■ OPSODIS 技術の概要

- ・「OPSODIS」は、バイノーラル(両耳)の音をスピーカー再生によってリスナーの両耳に届ける技術として開発されました。その後、様々な音声方式・コンテンツに対応できるように進化しました。
- ・そのキーテクノロジーは下表の通りです。それぞれの技術に意味があります。以下、項目別にその技術内容を紹介します。

表 1 OPSODIS を構成する独創的・合理的なキーテクノロジー

No.	技術	内容
1	周波数別スピーカー配置	最適音源配置理論によるスピーカーレイアウト
2	クロストークキャンセル	右耳と左耳に到達する音をコントロール
3	ステルス・スピーカー	スピーカーの存在を消し、360 度全方位の音を表現
4	立体音響データベース	音波と両耳の関係に関する基礎的な実験データ群

■周波数別スピーカー配置

(1) OPSODIS のスピーカー配置

- ・「最適音源配置理論」(Optimal Source Distribution)に従ってスピーカーを配置します。
- ・リスナーの正面に「高音部」、その両側に「中音部」、更にその外側に「低音部」を配します。
- ・スピーカーユニットを周波数別に配置するのが特徴です(図 2a)。

(2) ステレオのスピーカー配置(従来型、2チャンネル)

- ・ステレオ方式では、スピーカーユニットの角度は 60 度に固定されます(図 2b)。

(3) 制御性能の違い

- ・「スピーカーユニット角度と制御性能」(図 2c)において、縦軸はスピーカーの再生周波数、横軸はリスナーから見たスピーカーユニットの角度です。色は制御性能を表し、青は制御しやすく、赤は制御しにくいことを意味します。
- ・OPSODIS 方式では、図 2c の青領域(制御性:良)に沿って周波数別にスピーカーを配置します。全周波数に渡って、音質良く制御でき、「最適音源配置」と呼ばれる所以です。
- ・ステレオ方式は、60 度一定の直線となり(図 2c)、黄や赤(制御性:悪)領域を横断します。これは左右のスピーカーが互いに干渉し、周波数によっては音質が低下することを意味します。

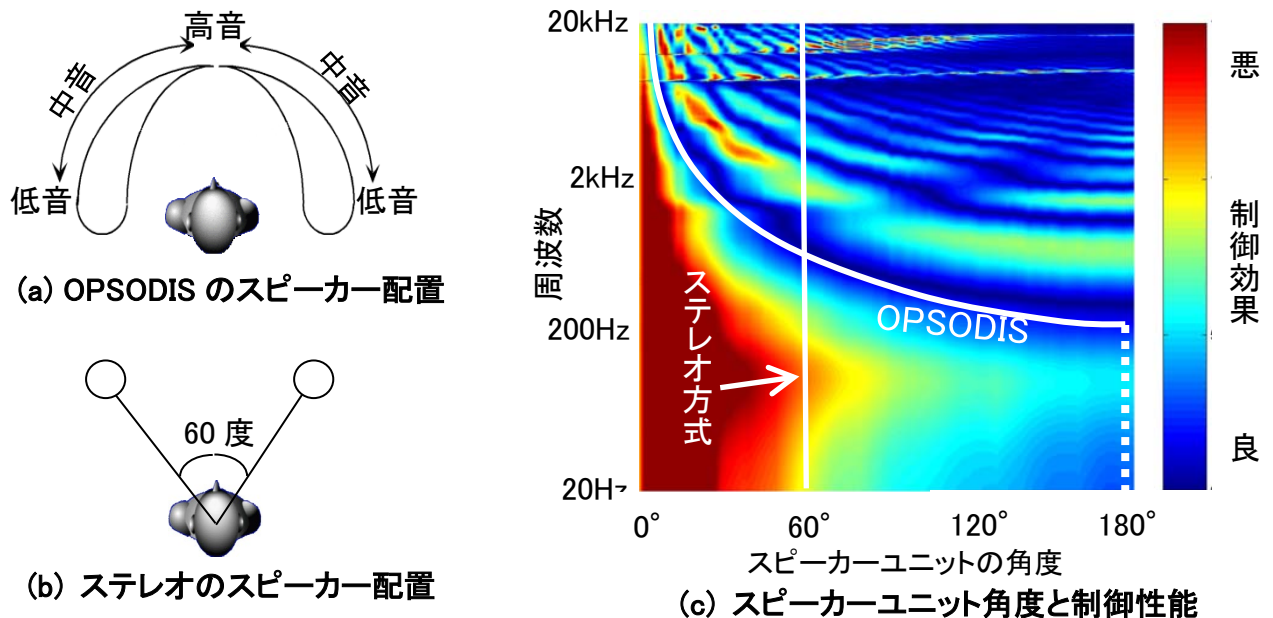


図 2 スピーカー配置と制御パフォーマンス

(4) スピーカーデザイン

- ・OPSODIS の理想的な動作ラインは、図 3 の白い領域ですが、実際のスピーカーでは、実用上、問題にならない範囲で幅を持たせて離散化します。
- ・図 3 の例では約 3 度にツイータを置き、約 15 度にミッドレンジ、約 50 度にウーハーをレイアウトすることになります。
- ・スピーカーの開発コンセプトに合わせて、離散化の設定を変え、最適化を図ります。

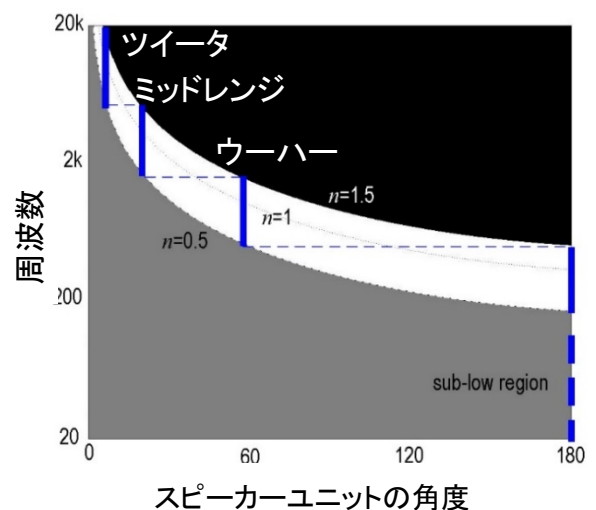


図 3 スピーカーレイアウトの離散化

■クロストークキャンセル

- 人間は右耳と左耳で音を聞きます。それぞれの音をコントロールできれば、3Dの再生が可能になります。ここでは、左耳だけに音を聴かせる場合を考えます。

(1)従来のクロストークキャンセル方法

- 最初に、左のスピーカーから左耳に聞かせたい音を出します。これは左耳に届きますが、少し遅れて右耳にも届きます。その右耳の音を打ち消すように、右スピーカーから音を出すと、右耳の音はキャンセルされますが、左耳にも届いてしまいます。
- 結局、図4のように多くの音を出すことになり、膨大なロスが発生します。

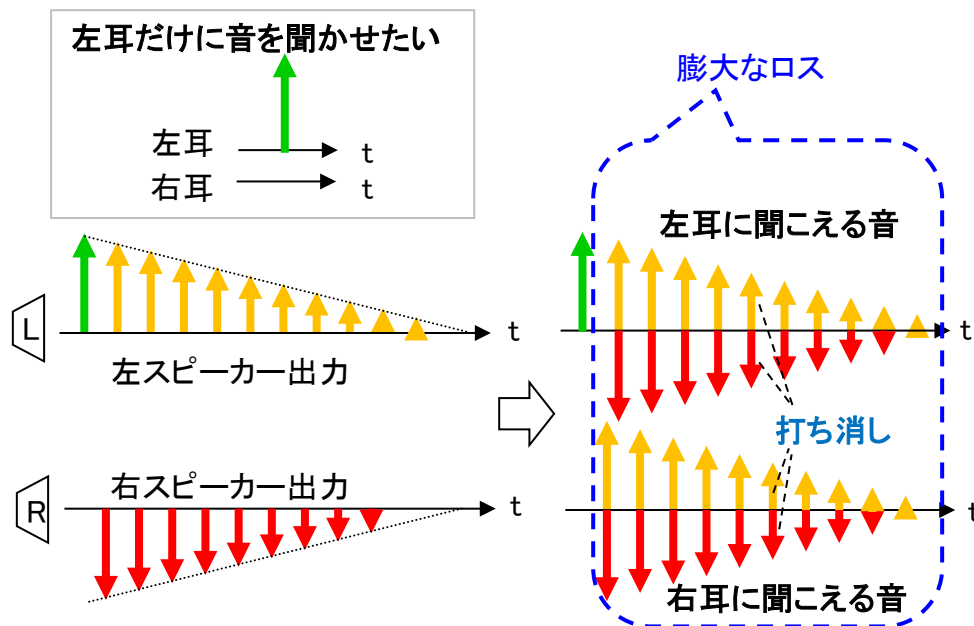


図4 従来のクロストークキャンセルの方法

(2)OPSODISのクロストークキャンセル方法

- 左スピーカーから0.5の音、右スピーカーから0.5の音を位相90度ずらして出します。左耳では2つの音が加算されて1の音、右耳では互いにキャンセルして0となります。(図5)
- シンプルで効率的なクロストークキャンセルの方法です。

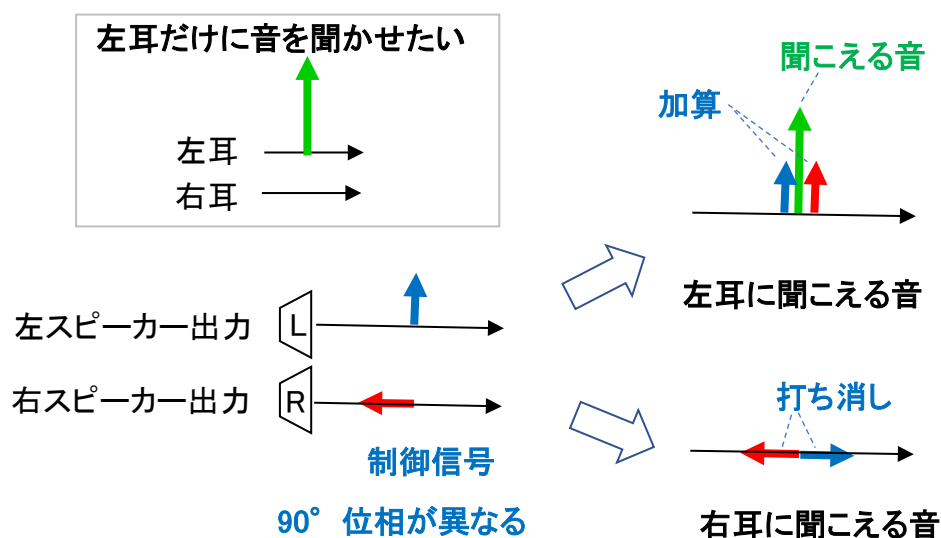


図5 OPSODISのクロストークキャンセルの方法 (周波数領域)

■ステルス・スピーカー

- ・スピーカーの存在を消し、スピーカー位置以外の音を含め全方位の音を表現するための技術です。
- ・スピーカーの音がリスナー両耳に届くまでの伝達特性 C を無響室で測定して、その逆関数 H を用いて制御すれば、スピーカーの存在をステルス化できます(図 6)。
- ・リスナーの前方に設置したスピーカーのみで、左右・上下・前後・遠近など、360 度全方位の音を表現できます。

■立体音響データベース

- ・音には空間情報があります。人間は、センサー(両耳)でその情報を感知し、読み取ります。
- ・「立体音響データベース」は、3D オーディオ再生における基礎データであり、音波と両耳の関係に関する、膨大かつ精密な実験データ群です。
- ・例えば、5.1ch の音源信号に、対応する6個のスピーカーの空間情報を与えれば、前方スピーカーのみで 5.1ch のコンテンツを楽しめます。
- ・バイノーラル音源に加え、ステレオ音楽、5.1ch 映画、22.2 ch 音響放送など、様々な音響コンテンツに対応できます。

■まとめ

- ・OPSODIS の基礎理論及びデータベースを概説しました。
- ・特長を以下にまとめます。
 - ① 「周波数別スピーカー配置」によって、全周波数に渡り、原音に近い、優れた音質です。
 - ② シンプルかつ効率的な「クロストークキャンセル」により、長く聞いても疲れません。
 - ③ 「ステルス・スピーカー」により、スピーカーの位置以外の音を含めて、全方位の音を楽しめます。
 - ④ 「立体音響データベース」によって、様々な音響コンテンツに対応できます。
- ・音響学の歴史の中で「バイノーラル原理」は 1960 年代に発表されましたが、これまでに実用的なスピーカシステムは現れませんでした。
- ・OPSODIS は、ここに紹介した独創的かつ合理的な技術で、スピーカー再生による「バイノーラル原理」を世界で初めて実用化したシステムといえます。

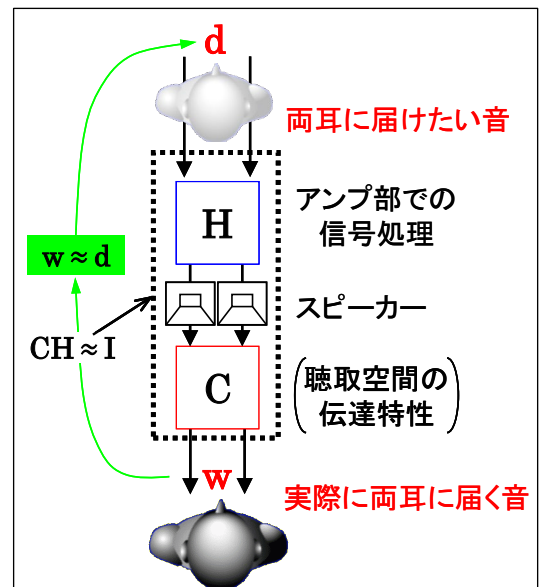


図 6 ステルス・スピーカー

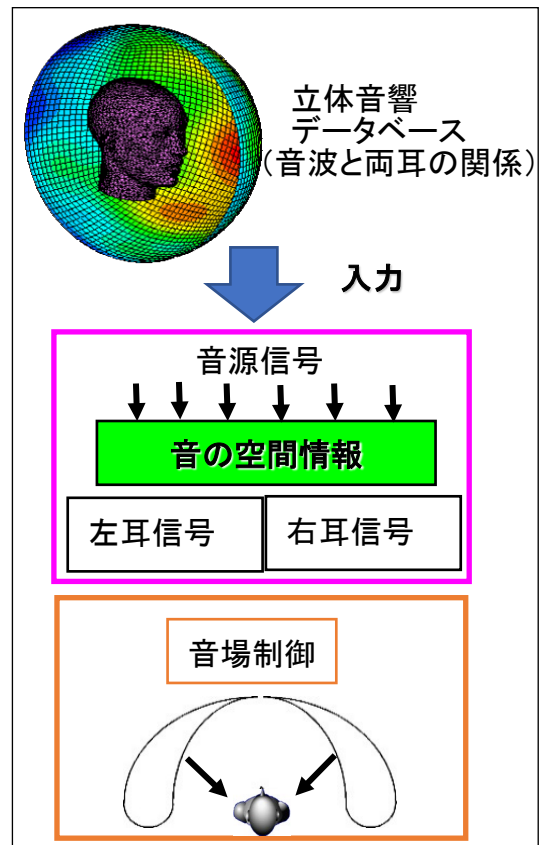


図 7 立体音響データベース

<参考文献>

- 1) T. Takeuchi and P. A. Nelson, "Optimal source distribution for binaural synthesis over loudspeakers", *J. Acoust. Soc. Am.*, **112**(6), 2786-2797 (2002).
- 2) M. Yairi, T. Takeuchi, K. Holland, D. G. Morgan and L. Haines, "Binaural reproduction capability for multiple off-axis listeners based on the 3-channel optimal source distribution principle", *PROCEEDINGS of the 23rd International Congress on Acoustics*, Aachen, Germany (2019. 9)