

モバイルマルチメディア信号処理技術特集

音響符号化技術

音響符号化技術を応用して、コンパクトディスク並の高品質オーディオ信号を 100kbit/s 程度にまで圧縮する方式が、インターネットをはじめとして急速に広がっている。

本稿では、人間の聴覚心理モデルに基づいて情報圧縮する音響符号化基本技術、MPEG 国際標準規格、各種デファクト方式などについて解説し、同時にこれらの移動通信への適用についても言及する。

おおや ともゆき ほたに さなえ
大矢 智之 保谷 早苗

1. まえがき

1979年に初めての小型携帯アナログカセットプレイヤーが登場して以来、街角や電車の中で気軽に高品質オーディオを楽しむことがライフスタイルの中に深く浸透してきた。1980年代の半ばから1990年代前半にかけては、デジタル信号処理技術を応用した携帯CDプレイヤーや携帯MDプレイヤーが次々と登場し、これらの累計出荷台数はすでに2億台を突破するほどの大きな市場を形成している。また、最近ではMP3プレイヤーなどをはじめとする、機械可動部分のないメモリープレイヤーも急速に浸透し始めている。

デジタルオーディオ技術の発達により、高品質オーディオを少ない情報量に圧縮することが可能となり、長時間の音楽をより小さい筐体の中に記録することや、より長時間のバッテリーでの駆動が可能になってきた。

CDでは、ステレオオーディオをデジタル化するのに約1.4Mbit/sの情報量が必要であったが、これとほぼ同等の品質を保ちながら、MDで採用されたATRAC (Adaptive Transform Acoustic Coding) では約300kbit/s、1992年に国際標準化されたMPEG (Moving Picture Experts Group) -1

Layer III (MP3) では約192kbit/s、1994年に標準化されたMPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) では約128kbit/sにまでオーディオデータを圧縮することが可能となる。これは通信の世界にも新しい可能性を広げており、ドコモでもデジタル圧縮された音楽データを使った音楽配信サービスモニター実験を行っているのをはじめとし、インターネットではストリーミングサービスや試聴、配信サービスが次々に広がっている。

本稿では、これらデジタルオーデ

ィオ圧縮技術とその利用技術に焦点をあて、その原理を解説する。

2. 音響符号化の基本原則

2.1 心理聴覚特性

音響符号化では人間の心理聴覚特性を情報圧縮に利用している。数々の実験によって、周波数が接近した強い音と弱い音が同時に発生した場合、弱い音が聴こえなくなる聴覚マスキング特性があることが知られている (図1)。入力信号を細かく分析し、人間の耳に

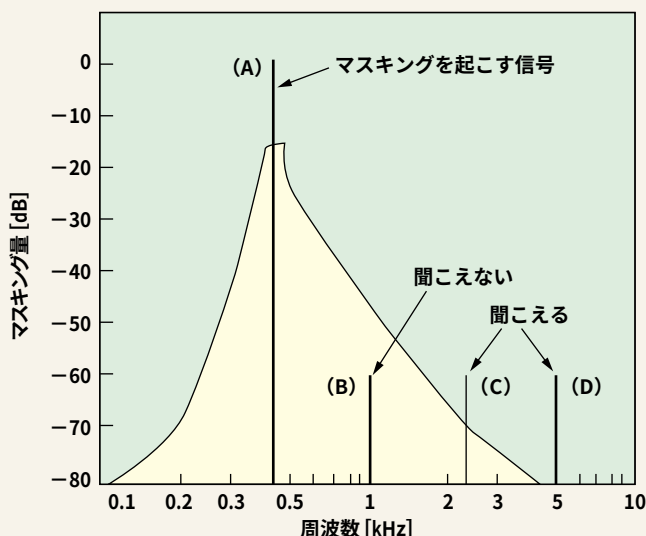


図1 聴覚マスキング特性

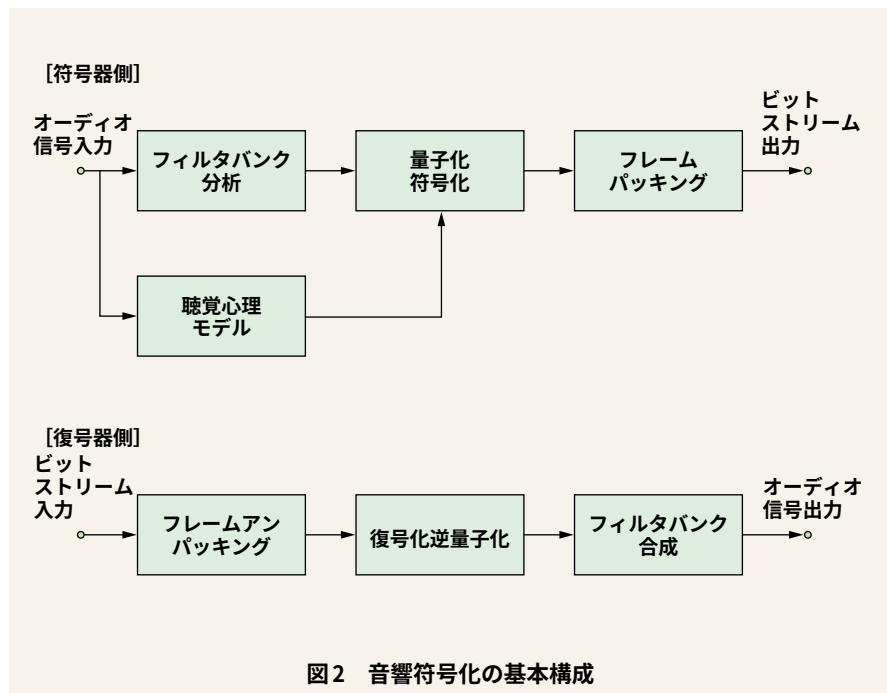


図2 音響符号化の基本構成

聞こえない成分の情報ビットを省略することによって、能率の良い情報圧縮を図ることができる。

また、人間の耳に聞こえる最小の音の強さは周波数帯域ごとに異なるということもよく知られている。この最小の音の強さを最小可聴限界レベルと呼び、最小可聴限界レベルと聴覚マスキング特性から、耳に聞こえない雑音レベル（マスキングスレッシュホールド）を計算し、量子化雑音レベルをこのマスキングスレッシュホールド以下となるように適応的にビットを割り当てることで、効率的な情報圧縮を図ることができる。

2.2 直交変換

音響信号は時間的に強い相関を持っているので、音響信号のサンプルをいくつかまとめてフレーム単位として、その相関特性を利用した情報圧縮が有効となる。その手法の1つは予測を利用するもので、音声符号化では線形予測分析を利用して飛躍的に圧縮効率を向上させることが可能となっている。

一方、音響符号化でよく用いられるのは、直交変換により信号を無相関化し、符号化利得を向上させる方法である。最適な直交変換はKLT（Karhunen

Loeve Transform）で与えられることが知られているが、演算処理量の関係で、準最適な直交変換である離散コサイン変換（DCT：Discrete Cosine Transform）が通常用いられる。高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）を用いた高速計算アルゴリズムが利用できるほか、周波数領域での聴覚マスク特性の計算とも相性がよく、音響符号化の高能率化に大きく貢献している技術である。

2.3 音響符号化の基本構成

音響符号化の基本構成を図2に示す。符号器側では、多相フィルタバンクや変形離散コサイン変換（MDCT：Modified Discrete Cosine Transform）などの直交変換により、音響信号をスペクトル成分に分解する。同時に心理聴覚モデルに基づいたマスキングスレッシュホールドの計算を行い、帯域分割された各周波数成分について、量子化歪

みがマスキングスレッシュホールド以下になるよう適応的にビットを割り当てて量子化を行う。量子化された各周波数スペクトルはハフマン符号などによりエントロピー符号化され、フレームパッキング部において、ビット割当情報などの付加情報とともに多重化され、伝送路に送出される。

復号器側では、フレームアンパッキング、復号化／逆量子化、フィルタバンク合成の3つのモジュールにより、符号器側と逆の操作が行われ、音響信号が再現される。

3. 音響符号化の標準方式

3.1 MPEG-1Audio符号化標準[1]

MPEG-1は国際標準化機構（ISO：International Organization for Standardization）/国際電気標準会議（IEC：International Electrotechnical Commission）において1988年から標準化活動が開始され、1992年に国際標準規格として完成した。モノラルおよびステレオ信号（標準化周波数48k, 44.1kまたは32kHz）を入力とし、32k～448kbit/sのビットレートをサポートしている。主な用途としては、蓄積、デジタル放送などがある。MPEG-1には3つの符号化モード（Layer I, II, III）があり、レイヤが上がるほど高品質・高圧縮になるが、計算処理量や遅延量も増加する（表1）。MPEG-1 Layer IIIはMP3と呼ばれ、インターネットなどでの音楽配信などの用途でも注目を集めている方式である。

フィルタバンク分析部では、入力信号を多相フィルタバンクで32の帯域に分割したあと、各帯域の出力を18点のMDCTで周波数領域に変換すると

表1 MPEG-1の主な特徴

モード	CD品質を達成するために必要なビットレート（ステレオ, bit/s）	ビットレート範囲（bit/s）	ハードウェア規模
レイヤI	256k	32k～448k	小
レイヤII	192k	32k～384k	中
レイヤIII	192k	32k～320k	大

いう、ハイブリッドフィルタバンクが使用されており、周波数分解能は576サンプルとなる。定常的な音響信号は周波数分解能が高いほど圧縮効率を上げることができるが、過渡的な信号に対してはプリエコーを防ぐために時間分解能を上げる必要がある。このため、過渡的な部分については6点のMDCTを利用することで、周波数分解能を192サンプルとする代わりに時間解像度を上げる手法を用いている。

ステレオ信号に対しては、MS (Middle Side) ステレオおよびインテンシティストレオ符号化の2種類の符号化モードをサポートしている。MSステレオは両チャンネルの和信号と差信号をそれぞれ符号化するモードで、チャンネル間の相関が高い場合、符号化効率が向上する。インテンシティストレオは両チャンネルの平均スペクトルとその電力差を符号化する方式で、人間の耳が高周波数成分の位相差に鈍感であることを利用して符号量を削減する手法である。

3.2 MPEG-2 Audio 符号化標準

MPEG-2では、MPEG-1との後方互換性を保ちながら、次のような特徴をもつ音響符号化の標準化が行われた。

- ① マルチチャンネル化…5チャンネル (前方3, 後方2) + 低周波強調 (LFE: Low Frequency Enhancement)
- ② マルチリンガル…バイリンガル コンテンツ符号化への対応
- ③ 低サンプリング周波数拡張…16k, 22.05k, 24kHzへの対応

以上を実現する規格として1994年に制定されたのが、MPEG-2後方互換 (BC: Backward Compatible) [2]である。しかしながら、MPEG-1との後方互換性を重視したため、品質的な限界があり、1997年にはマルチチャンネルの放送品質を実現するための符号化として、MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding) [3]が規格化された。

MPEG-2 AACでは、3つの符号化モードのプロファイル (SSR (Scalable Sampling Rate) Profile, Low Complexity Profile, Main Profile) が定義されている。サポートされるサンプリング周波数は8k~96kHz, チャンネル数は1~48ch, ビットレートは8k~576kbit/s/chまでとなっている。

フィルタバンク分析部ではMDCTを利用しており、入力信号の特性により、変換ブロック長を1024または128サンプルに切り替えることができる。また、分析窓の形状としてもKaiser-Bessel窓とサイン窓を切り替えることができる柔軟な構成となっている。

この他にAACで性能向上のために新たに導入された技術が時間領域雑音整形 (TNS: Temporal Noise Shaping) である。これは、周波数領域のMDCT係数列に線形予測分析を施し、量子化ノイズの形状をスペクトル形状に合わせて制御することにより、時間的に振幅の大きい部分に量子化雑音を集中させる技術である。また、スペクトル形状の時間的変動をバックワード適応予測器によって予測することにより、必要なハフマンテーブルサイズの削減を行っている。

3.3 MPEG-4 Audio 符号化標準[4]

MPEG-4では、2k~64kbit/s/chの低ビットレート音声・音響符号化、MIDI (Musical Instrument Data Interface) に代表される構造化オーディオおよびテキスト音声合成などの内容を含み、1999年2月に国際標準となった。さらに、移動通信での利用を考慮した誤り耐性などの新しい機能を含む標準化が進められ、2000年2月に改正版 (AMD (Amendment)) が発行された[5]。音響符号化については、MPEG-2 AACに加えて周波数領域重み付きインタリーブベクトル量子化 (TwinVQ: Transform domain Weighted Interleave Vector Quantization), 長期予測 (LTP: Long Term Prediction), 聴覚雑音置換 (PNS: Perceptual Noise Substitution)

などのツールが追加されている。

MPEG-4には用途に応じて8つのプロファイルが準備されているが、中でもMAUI (Mobile Audio Internetworking) profileは、誤り耐性のあるAAC, TwinVQなどの音響符号化から構成されており、移動通信での利用が期待されている。

移動通信などでオーディオを利用するためには、伝送路誤りに強い技術 (誤り耐性技術) が望まれる。この誤り耐性技術を実現するため、EP (Error Protection) ツール、ハフマン符号並べ替え (HCR: Huffman Code Reordering), 双方向復号可能可変長符号 (RVLC: Reversible Variable Length Code), 仮想符号帳11 (VCB11: Virtual Code-book 11) などの技術が標準化された。

誤り耐性技術には大きく分けると、ビットストリームの誤りを訂正・検出する方法と符号化ビットストリーム自体を誤りに強くする方法の2種類がある。前者に含まれる技術としてはEPツールがあり、後者としては、HCR, RVLC, VCB11の技術がある。以下に各誤り耐性技術を紹介する。

(1) EPツール

MPEG-4オーディオには、HVXC (Harmonic Vector Excitation Coding), 符号励振線形予測 (CELP: Code Excited Linear Prediction) などの音声符号化, AAC, TwinVQなどの音響符号化を含む複数のアルゴリズムが規格化されている。これらを、さまざまな伝送環境で使用するため、汎用的な誤り訂正・検出機能を提供するのがEPツールであり、音声符号化などですでに広く用いられている技術である不均一誤り保護 (UEP: Unequal Error Protection) を音響符号化に適用することを目的としたものである。符号化された音響情報には、誤り感度の高いパラメータと、誤り感度の低いパラメータが含まれており、誤り感度ごとにクラス分けし、異なる誤り訂正、検出をすることにより、全体の誤り訂正冗

長度を削減することができる。

EPツールの特徴をまとめると次のようになる。

- ・多彩な能力・冗長度を有する誤り訂正／検出符号を提供できる
- ・固定データ長／可変データ長にもUEPを提供できる
- ・フレームごとに変動しないEPツール構成情報を符号化ストリームの最初に伝送することで冗長度を削減できる

(2) HCR

HCRはAACに適用される誤り耐性技術の1つであり、AACのスペクトルデータのハフマン符号並べ替え技術である。スペクトルデータの符号化にはハフマン符号が採用されているが、可変長符号のため、誤りが伝播し、そのままでは非常に誤り感度が高くなる。このため、ハフマン符号を一定セクションごとに並べ替えることにより、誤り伝播を防ぎ、誤り感度を下げることができる。

(3) RVLC

RVLCはAACに適用される誤り耐性技術の1つであり、スペクトルを正規化するためのスケールファクタを符号化する際に、符号誤りに強いRVLCを使用する。ここで採用しているRVLCは、一般に用いられているハフマン符号と比べて以下のような特徴がある。

- ・双方向からの復号が可能
- ・木構造符号において一部ノードを使用しないことにより、誤り検出が可能

双方向復号が可能であることを利用して符号誤りを検出した際に、逆方向から復号することにより、誤り伝播を抑制することが可能となる。

(4) VCB11

VCB11はAACに適用される誤り耐性技術の1つであり、スペクトルデータを符号化する際に、仮想符号帳11と呼ばれる符号帳によりスペクトルの最大値情報を指定し、符号誤りにより異常音が発生することを防ぐ。

4. その他の音響符号化方式

前章で解説したのは国際標準化機関で標準化された音響符号化方式であり、標準化過程には多数の組織や企業が関わり、その規格は一般に公開されている。これに対し、公的な標準化機関で承認された規格ではないものの、すでに市場で広く利用されているデファクト標準の音響符号化方式も数多く存在する。これらの方式ではその詳細が公開されていないものが多いが、本章では特に広く用いられているものを取り上げ、その特徴を解説する。

4.1 ATRAC [6]

1992年に商品化されたMD用として、Sony社が開発した音響符号化方式である。MDでは直径64mmの光/光磁気Discに74分のステレオオーディオを記録することができる。符号化品質としては、CDに比べ歪みがわずかに検出される場合がある。

サブバンド符号化と変換符号化を組み合わせた方式を採用しており、直交鏡像フィルタ(QMF: Quadrature Mirror Filter)を用いて入力信号を3つの帯域に帯域分割し、それぞれをMDCTによって周波数領域に変換する。これにより少ないメモリ量で変換符号化を行うことが可能となり、経済的なLSI化が実現されている。

符号化処理は44.1kHzサンプリングされた信号512サンプルごとに行われ、それぞれを424Byteで符号化する。したがって、符号化ビットレートは、 $424(\text{byte}) \times 8(\text{bit/byte}) \div (512/44,100) = 292(\text{kbit/s})$ となる。1994年にはこれを改良したATRAC2が開発され、その後ATRAC3[7]が発表されている。ATRAC3はメモリスティック用の符号化復号化(CODEC: Corder Decoder)として採用されており、著作権保護技術と融合させた数々の配信サービスに利用されつつある。

ATRAC3では量子化に適応ビット割当てを行っており、広い範囲の符号化ビットレートに対応している。技術的にはATRACに比べ、変換ブロック長を1024サンプルに拡大、ジョイントステレオ符号化を採用、プリエコーを軽減するためのゲイン制御の導入、トーン性成分の分離符号化などの特徴を持ち(図3)、ステレオ132kbit/sでATRACと同等の品質を実現している。

4.2 Dolby AC3

Dolby社がMPEG-2 AACに先駆けて開発した、マルチチャンネル対応オーディオ符号化方式で、「ドルビーデジタル」としてDVDをはじめとし、劇場映画、LD、デジタルテレビ放送(米国)などで採用されている。DVDだけでもすでに5,000タイトル以上の映画作品が送り出されており、ドルビーデジタル技術を採用した製品は6,000万台近く出荷されている[8]。

モノラルから5.1チャンネル(L:左/C:中央/R:右/LS:左サラウンド/RS:右サラウンド/LFEの6スピーカによるサラウンド)までのモードに対応しており、通常用いられる符号化ビットレートは、ステレオで192kbit/s、5.1チャンネルサラウンドで384kbit/sである(表2)。

AC3(Audio Coder Number3)はAACの母体となった技術であり、符号化にはMDCTによる直交変換と、心理聴覚モデルに基づいた適応ビット割当てを用い、変換窓は512サンプルの長ブロックモードと256サンプルの短ブロックモードを切り替える方式となっている。マルチチャンネルの符号化にも、MPEGで採用されているインテンシティステレオやMSステレオと同等の手法が用いられている。

AACと異なり、AC3での適応ビット割当てはMDCT係数から求める近似心理聴覚モデルに基づいて行われ、ビット割当て情報を伝送しなくても、デコーダ側で復号が可能となる方式が用いられている。

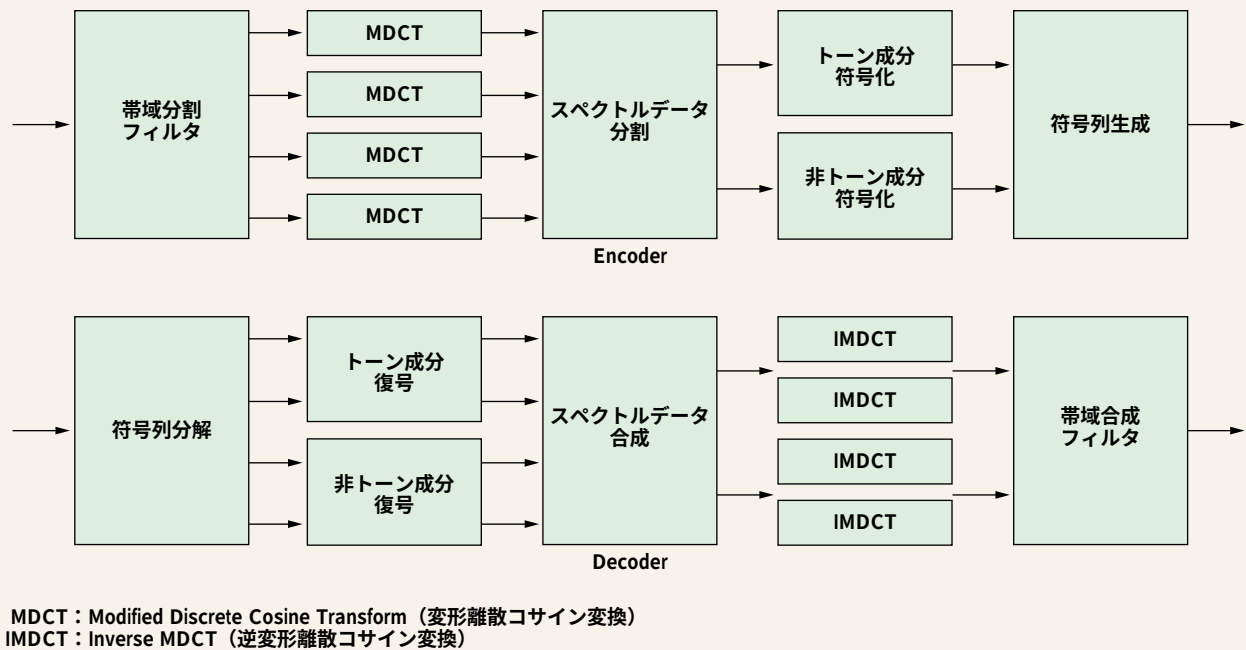


図3 ATRAC3のブロックダイアグラム

4.3 WMA (Windows Media Audio) [9]

Microsoft社が開発したAVデータ処理ツール群であるWindows Media Technologiesに含まれる、音声／音響符号化ツールが、Windows Media Audioである。5kbit/sから160kbit/sまでの符号化ビットレートに対応しており、品質については表3のようになっている。AACなどの符号化方式に比べて圧縮率は劣るが、デコーダはWindows OS用のWindows Media Playerに含まれており、現在の最新版であるWindows Media Player 7は発表後6週間で1,000万ダウンロードを記録するなど、インストールベースで急速に普及しつつある方式である。

4.4 Real Audio [10]

Real Networks社の開発した、Real Playerに含まれるオーディオコーデック。インターネットのオーディオストリーミングでの利用をターゲットとした機能が充実している。Sure Streamと呼ばれる技術によって、異なる回線速度で接続するユーザに対して、同じコンテンツを最適なビットレートで配信することが可能となっている。

表2 AC-3チャンネル構成

チャンネル構成 (リスナ前方のスピーカ数/後方のスピーカ数)	備考 (これ以外にLFEの有無を独立に指定可能)
1+1	デュアルモノ (2カ国語放送など)
1/0	中央
2/0	左, 右
3/0	左, 中央, 右
2/1	左, 右, サラウンド
3/1	左, 中央, 右, サラウンド
2/2	左, 右, 左サラウンド, 右サラウンド
3/2	左, 中央, 右, 左サラウンド, 右サラウンド

LFE : Low Frequency Enhancement (低周波強調)

表3 Windows Media Audio (WMA) の品質

ビットレート	品質
28.8kbit/s	FMステレオ品質
64kbit/s	Hi-Fiオーディオ
160kbit/s	CD透過品質

5. マルチチャネル音響符号化とバーチャル音場再生技術

3章および4.2節で触れたマルチチャネル音響符号化は、主に劇場やホームシアターなどで多数のスピーカを鳴らす受聴環境を想定した技術である。こ

れらに対応したアンプやスピーカはすでに民生用として多数生産されているが、日本の住宅事情ではこのような環境は一般にはなかなか実現できないし、ましてやモバイル環境での実現は大変困難である。このような問題を解決するために、理想的な受聴環境をシミュレーションにより作り出すのがバーチャル音場再現技術である。

5.1 音場制御技術

大きなコンサートホールで音楽を聴く際に鍵となるのは、ホールの残響である。小さなリスニングルームでこれを忠実に再現するための方法は多数研究されているが、その一つが、スピーカアレーによる音場制御技術である。

図4に示すように、多数のスピーカを用い、受聴者の耳周辺に音場を作り出す。これにより、原理的には任意の場所に仮想的な音源を作り出すことができ、その残響を含め、さまざまな音場を受聴者に提示することが可能になる。

しかしながら実際には、受聴環境の安定な逆フィルタを各スピーカに与える処理を高速に行うことはまだまだ難しく、研究の域を脱していないのが実状である。

5.2 バイノーラル再生技術

通常のスtereo録音された音楽をヘッドホンで再生すると、音像が頭の中に定位する。このような場所から音が聞こえてくることは自然界ではあり得ず、不自然感や疲労感の元となっている。これに対し、同じヘッドホン再生でも、実際の環境で受聴者の左右の耳に到達する音を忠実に再現してやれば、外部からやってくる音と原理的に区別が付かない状態を作り出すことが可能である（図5）。これがバイノーラル再生技術と呼ばれる技術であり、写真1のような疑似頭部を使って左右の耳で収録した音を再生する手法がよく用いられる。

5.3 ドルビーヘッドフォン[11]

DVDをはじめとする5.1チャンネルサラウンド音源を、手軽にヘッドホンで楽しむことができるように、ドルビー社が開発を行ったのがドルビーヘッドフォンである。あらかじめ、劇場などにおける各チャンネルの音響伝達特性を設定しておき、実際のマルチチャンネル音源との畳込み計算を実時間で行ってヘッドフォンの左右のスピーカから出

表4 Real Audio 標準ビットレート

受聴者接続環境	音声のみ	音声+音楽	音楽(モノラル)	音楽(ステレオ)
28.8kbit/s アナログモデム	16kbit/s	16kbit/s	20kbit/s	20kbit/s
56kbit/s アナログモデム		32kbit/s	32kbit/s	32kbit/s
64kbit/s ISDN 1B	32kbit/s	64kbit/s	44kbit/s	44kbit/s
112kbit/s ISDN 2B	64kbit/s		64kbit/s	64kbit/s
企業内LAN	64kbit/s	64kbit/s	64kbit/s	96kbit/s
256kbit/s DSL/ケーブルモデム				96kbit/s
384kbit/s DSL/ケーブルモデム				
512kbit/s DSL/ケーブルモデム				

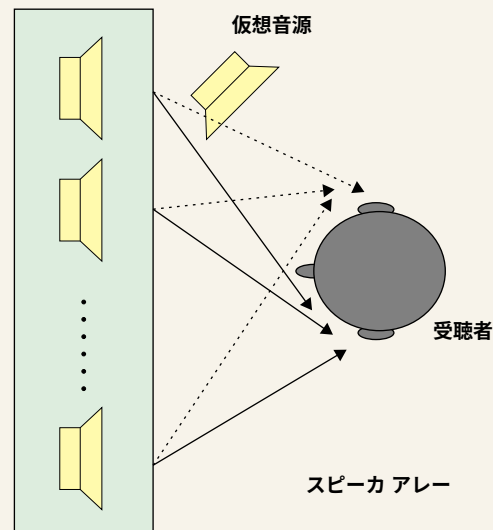


図4 スピーカアレーによる音場制御

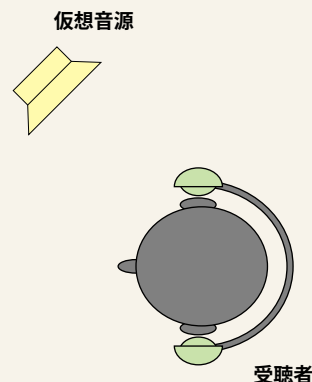


図5 バイノーラル再生系

力することで、スピーカなしでサラウンドオーディオを楽しむことが可能になる（図6）。DSPなどによる信号処理技術の発達によって、民生品レベルで

バーチャル音響の再現が可能になってきている一つの実例である。



写真1 ダミーヘッド

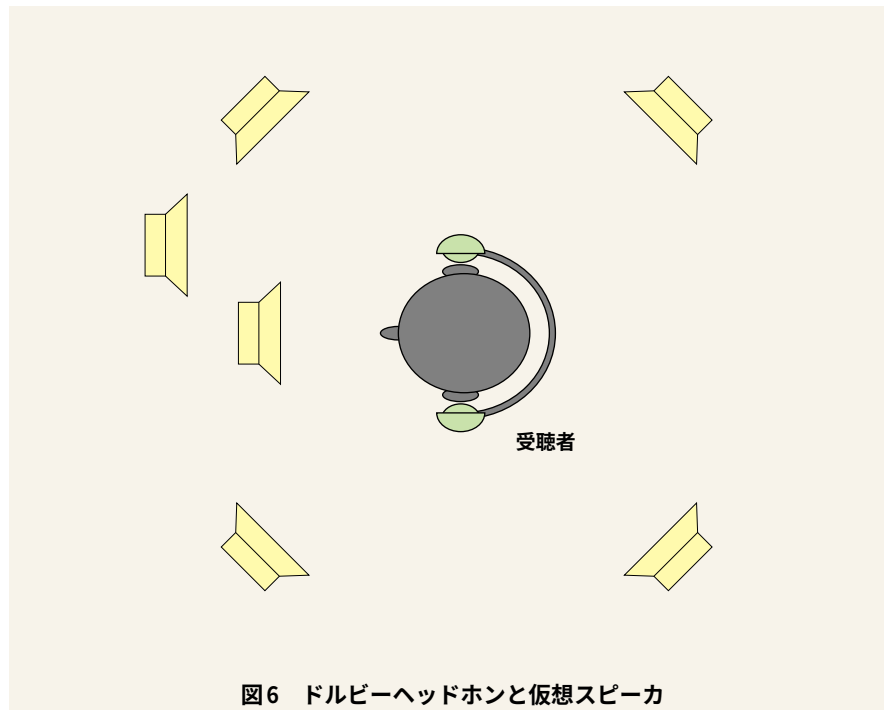


図6 ドルビーヘッドホンと仮想スピーカ

6. あとがき

さまざまな音響符号化技術とその応用例について解説した。CDやDAT (Digital Audio Tape) の登場以来、複

製しても劣化しないデジタルオーディオ技術は著作権保護の観点からマイナスイメージも多く持たれてきた。最近ではインターネット上の不法MP3問題やNapstarにまつわる各種の問題もその典型的な例である。しかしなが

ら、音響符号化技術の進歩とあいまって、音楽配信をはじめとするインターネットや通信の新しい可能性が広がっているのも事実である。

移動通信環境での音楽情報利用に関してはまだ始まったばかりであるが、IMT-2000 などのような高速データ通信インフラの広がりに伴い、5章でも触れたマルチチャネルオーディオや、バーチャルオーディオの可能性もふくらんでいく。本稿では配信システムやセキュリティについては触れなかったが、音響符号化技術とは不可分の分野であり、今後、利用技術の側面とも連携して、音響信号処理技術がますます発展することが期待される。

文 献

- [1] ISO/IEC 11172-3, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mb/s-Part 3: Audio", August, 1993.
- [2] ISO/IEC 13818-3, "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information-Part 3: Audio", May, 1995.
- [3] ISO/IEC 13818-7, "Information Technology - Generic coding of moving Pictures and associated audio information, Part 7: Advanced Audio Coding (AAC)", December, 1997.
- [4] ISO/IEC 14496-3: "Information Technology - coding of audio-visual objects - Part 3: Audio" 1999.
- [5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3058 "Text of ISO/IEC14496-3 FDAM1" December 1999.
- [6] K.Tsutsui, H.Suzuki, O.Shimoyoshi, M.Sonehara, K.Akagiri and R.M. Heddle, "ATRAC: Adaptive Transform Acoustic Coding for MiniDisc," 93rd Audio Engineering Society Convention, 1992.
- [7] <http://www.world.sony.com/JP/Electronics/ATRAC3/index.html>
- [8] <http://www.dolby.com/>
- [9] <http://www.asia.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/>
- [10] <http://www.jp.real.com/>
- [11] <http://www.dolby.co.jp/jp/AV/DH/>

用語一覧

AAC : Advanced Audio Coding	LSI : Large Scale Integration (大規模集積回路)
AC3 : Audio Coder Number3	LTP : Long Term Prediction (長期予測)
AMD : Amendment	MAUI : Mobile Audio Internetworking
ATRAC : Adaptive Transform Acoustic Coding	MDCT : Modified Discrete Cosine Transform (変形離散コサイン変換)
BC : Backward Compatible (後方互換性)	MIDI : Musical Instrument Data Interface
CELP : Code Excited Linear Prediction (符号 励振線形予測)	MPEG : Moving Picture Experts Group
CODEC : Corder Decoder (符号化復号化)	MS : Middle Side
DAT : Digital Audio Tape	PNS : Perceptual Noise Substitution (聴覚雑音 置換)
DCT : Discrete Cosine Transform (離散コサイ ン変換)	QMF : Quadrature Mirror Filter (直交鏡像フ ィルタ)
EP : Error Protection	RVLC : Reversible Variable Length Code (双方 向復号可能可変長符号)
FFT : Fast Fourier Transform (高速フーリエ 変換)	SSR : Scalable Sampling Rate
HCR : Huffman Code Reordering (ハフマン符 号並べ替え)	TNS : Temporal Noise Shaping (時間領域雑音 整形)
HVXC : Harmonic Vector Excitation Coding	TwinVQ : Transform Domain Weighted Interleave Vector Quantization (周波数領域重み付きインタリーブベクトル量 子化)
IEC : International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)	UEP : Unequal Error Protection (不均一誤り 保護)
IMDCT : Inverse MDCT (逆変形離散コサイ ン変換)	VCB11 : Virtual Codebook11 (仮想符号帳11)
ISO : International Organization for Standardi- zation (国際標準化機構)	WMA : Windows Media Audio
KLT : Karhunen Loeve Transform	
LFE : Low Frequency Enhancement (低周波強 調)	