

テレビ用音響処理技術

木村 勝* 嶋田義久**
古田 訓* 大塚礼治**
堀田 厚*

Audio Signal Processing Technology for TV Set

Masaru Kimura, Satoru Furuta, Atsushi Hotta, Yoshihisa Shimada, Reiji Otsuka

要 旨

液晶テレビの高画質を支える技術は、高精細なハイビジョン映像を余すことなく再現する倍速液晶表示技術や超解像技術、更には3D映像化技術など進化の一途を辿(たど)っている。これらの技術によって実現される高画質映像に見合った音を提供することで、臨場感を一層高めることができる。このため、テレビ音声の高機能化・高品質化は映像品質とともにますます重要となってきた。また、ユーザー視点で見た場合、テレビは高機能でも操作や設定が容易にできることが重要である。

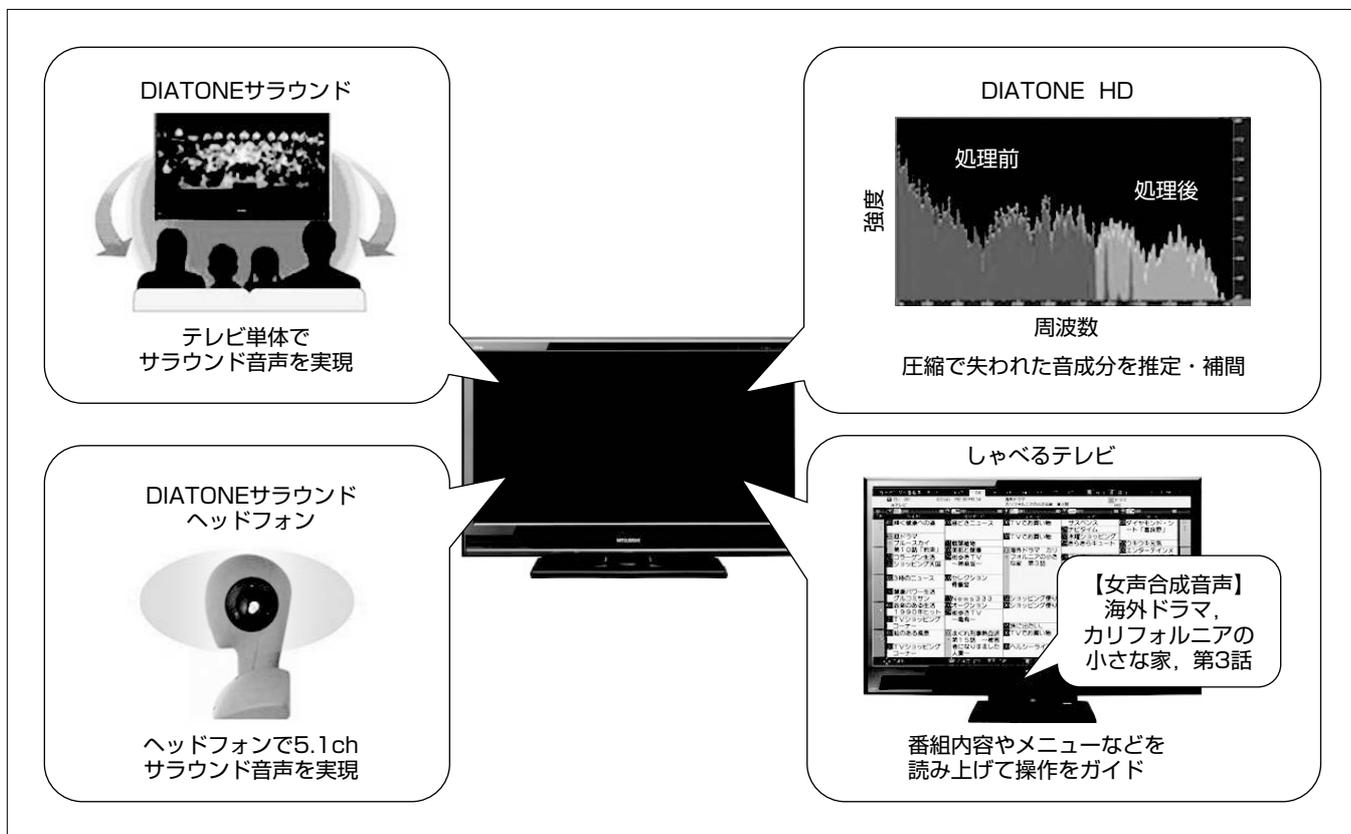
そこで、三菱電機では、高画質に見合った音を再現する音響処理技術の研究開発と、だれもが使いやすいユニバーサルデザインの推進に力を入れている。

本稿では、これらの技術の中で次の事項について技術的な内容と特長を述べる。

- (1) DIATONEサラウンド
- (2) DIATONE HD
- (3) シャベるテレビ

“DIATONEサラウンド”は、テレビ前面のフロントスピーカーのみで5.1chマルチチャンネル再生環境の臨場感を実現する技術である。“DIATONE HD”は、超解像技術の音声版に相当する技術で、地上デジタル放送やDVD (Digital Versatile Disk)などで使用されているDolby Digital (AC3)^(注1)やAAC (Advanced Audio Codec)など各種圧縮オーディオ信号の音声品質を向上させる技術である。また、“シャベるテレビ”は、電子番組表の内容やテレビの基本操作説明などを、音声合成技術を用いて読み上げる機能である。

(注1) Dolbyは、ドルビーラボラトリーズの登録商標である。



TV用音響処理技術

当社製液晶テレビに実装されている音響処理技術のイメージ図である。DIATONEサラウンドによってテレビ内蔵スピーカーのみで5.1chサラウンド音声を楽しめる。その他、DIATONEサラウンドヘッドフォンによる快適な受聴、DIATONE HDによる圧縮オーディオ信号の高品質化、シャベるテレビによる電子番組表／操作説明の読み上げ機能などが実装されている。

1. ま え が き

当社製テレビは高画質と高音質、ユニバーサルデザインを特長としている。本稿では、これらの特長を支えている当社独自のテレビ用音響処理技術として、“DIATONEサラウンド”“DIATONE HD”“しゃべるテレビ”について述べる。

2. DIATONEサラウンド

DIATONEサラウンドは、テレビ内蔵のスピーカーを用いるDIATONEサラウンド5.1、DIATONEサラウンド2.0と、ヘッドフォンを用いるDIATONEサラウンドヘッドフォンの3種類がある。次に、それぞれの技術について述べる。

2.1 DIATONEサラウンド5.1

地上デジタル放送やDVD、BDコンテンツでは、5.1chサラウンド音声の普及が進んでいる。5.1chサラウンド音声によって、リスナーは周囲360度に配置した5本のスピーカーと1本の低音専用スピーカーを用いて、前後左右への音像定位効果と包まれるような音の広がり感を楽しむことができる⁽¹⁾。

DIATONEサラウンド5.1は、前方に設置したスピーカーのみで、周囲360度にスピーカーを配置した5.1chサラウンド再生環境の広がり感を実現する技術である⁽²⁾ (図1)。

この処理は、バイノーラル音生成処理とクロストークキャンセル処理から構成されている。

バイノーラル音生成処理では、5.1ch再生環境で受聴したときにリスナー両耳に届く音(バイノーラル音)をシミュレートして生成する。この際、頭部や耳、部屋形状による音波の回折や反射によって、両耳に到達する音成分は複雑な変形を受ける。当社ではこれを独自にモデル化し、特に後方に定位する音成分の再現性の向上に成功した。

クロストークキャンセル処理では、スピーカー再生時に反対側の耳にも到達する音成分(クロストーク)を抑圧する。クロストークを抑圧することで、リスナーの両耳に正

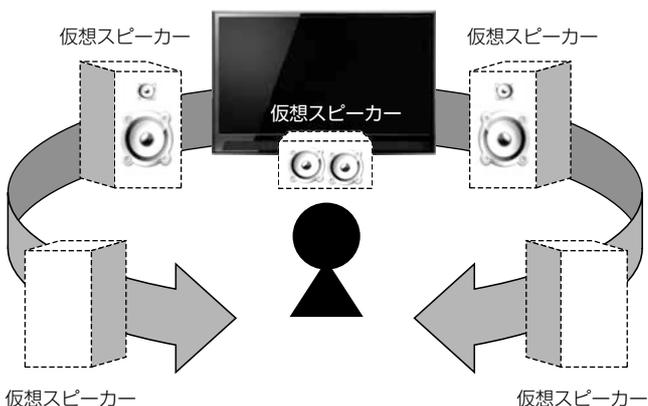


図1. DIATONEサラウンド5.1の効果イメージ

確にバイノーラル音を届けることができる。

一般的にクロストークキャンセル処理を施すと、不要なエコー感の発生や低音成分の減少などが知覚される場合があり、音質が劣化する傾向がある⁽³⁾。当社では、サラウンド感や広がり感に寄与する音成分ほど強く、逆に寄与しない音成分ほど弱く抑圧処理を施すことで、高音質を維持することに成功した。

この技術は、前方に設置した4本以上のマルチスピーカー構成にも対応している。マルチスピーカーを用いるとスイートスポット(サラウンド効果が得られる範囲)を大幅に左右に拡大させることができ、横並び3~4人のリスナーが同時にサラウンド効果を楽しむことができる。

2.2 DIATONEサラウンド2.0

DIATONEサラウンド2.0は、ステレオ音声信号を入力対象としており、テレビ内蔵スピーカーの左右両端位置よりも外側まで音像を左右に広げて再生する技術である(図2)。処理構成は、DIATONEサラウンド5.1と同様にバイノーラル音生成処理とクロストークキャンセル処理から構成されている。

この処理のバイノーラル音生成処理では、テレビ内蔵スピーカーの左右見開き角度よりも広くなる位置に左右スピーカーを配置した際のバイノーラル音を生成する。これによって、実際の左右スピーカー両端よりも外側に音像が広がる効果を与えることができる。クロストークキャンセル処理ではDIATONEサラウンド5.1と同様の処理を行っている。

2.3 DIATONEサラウンドヘッドフォン

DIATONEサラウンドヘッドフォンは、ヘッドフォン受聴でも5.1chサラウンド再生環境を実現した技術である。

ヘッドフォン受聴では、スピーカー再生や実環境で音を聞く場合と異なり、頭の中で音が鳴っているように聞こえる。これを頭内定位と呼び、圧迫感や閉塞(へいそく)感を伴う不自然な音像となる。

DIATONEサラウンドヘッドフォンは、特殊なヘッドフォンを用いることなく頭内定位を解消させることができる

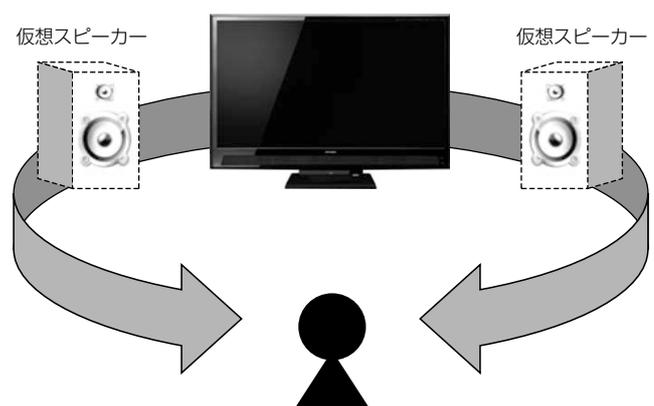


図2. DIATONEサラウンド2.0の効果イメージ



図3. DIATONEサラウンドヘッドフォンの効果イメージ

ため、あたかもスピーカーでテレビを視聴しているかのような自然な音像を体感することができる(図3)。

モノラルやステレオ音声信号にも対応しており、あらゆる種類の音声信号で頭内定位を解消することができる。また、良質なりスニングルームの音響特性をシミュレートしたバイノーラル音を生成するため、豊かな残響感・広がり感を体感することができる。

3. DIATONE HD

地上デジタル放送やDVDの音声データには圧縮オーディオ技術が採用されている。圧縮オーディオ技術とは、音質劣化を抑えて音声データ量を1/8程度にまで圧縮することができる技術である(採用するビットレートによって圧縮率は変化する)。心理音響モデルにしたがって音質劣化が知覚されないように音声データ量を削減しているが、音源によっては、一般的には気づきにくいもの的高音成分のクリア感が減少したように聞こえる場合もある。圧縮処理後の音声信号は高音成分が欠落することがあり、これが高音成分のクリア感の減少につながっていると考えられる。

DIATONE HDは、デコード後の圧縮オーディオの信号成分をリアルタイムに解析し、劣化した音成分を推定/補間することで、圧縮前のオリジナルソースの音質に匹敵する高音質化を実現した技術である。

DIATONE HD処理では、定常性/周期性が高く、処理の際に元の音信号との連続性を保ちやすい成分と、非定常で処理の際に連続性が保ちにくい成分(音の立ち上がりなど)を解析・分離し、別々の方法で補正・強調処理を施している。これらの成分は劣化の傾向や信号の性質が異なるため、それぞれの成分にあった処理を加えることで自然な高域成分の補間・強調に成功した。

図4に、DIATONE HD処理前後の音声信号の周波数特性を示す。処理前の音声信号(デコード後の音声信号)の高音成分は大幅に欠落しているものの、DIATONE HD処理によって高音成分が回復している様子がわかる。

図5に、この技術の効果を確認するために行った主観評価の結果を示す。評価方法は、一般的なオーディオの評価で使われる方法⁽⁴⁾を基本としており、被験者は、評価音の

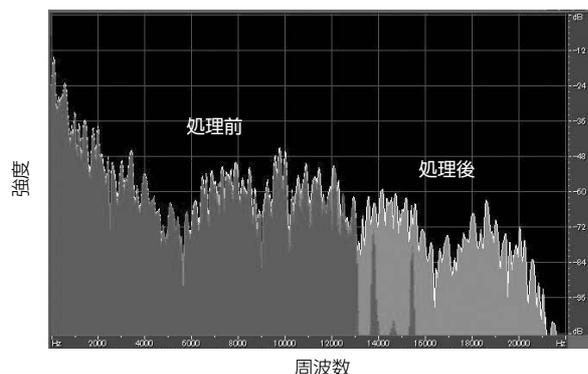


図4. DIATONE HD処理前後の周波数特性

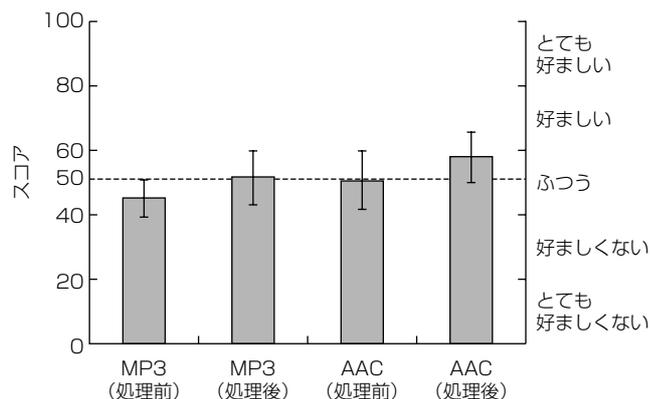


図5. 主観評価結果

音質が基準音よりも好ましければ50点以上の評点を、好ましくなければ50点以下の評点を0~100の範囲で採点する。基準音(オリジナルソース)と同程度であれば50点と採点する。この評価に使用した圧縮オーディオは、MP3及びAACのビットレート128kbpsのものを用いた。

図5より、DIATONE HDの処理音は、元のMP3、AACの圧縮オーディオと比較してスコアが高くなっており、10ポイント近くの大きな改善効果があることが認められる。また、処理音は、オリジナルソースと同等(50)以上のスコアを得ており、この処理によって、圧縮前のオリジナルソースの音質に匹敵する高音質化を実現していることが確認できる。

4. シャベるテレビ

“シャベるテレビ”は、当社が推進しているユニバーサルデザインの取組みの一環として、テレビの電子番組表(Electronic Program Guide: EPG)の内容や操作説明などを音声で読み上げる機能であり、初めてテレビと読み上げ機能を一体化した製品として2007年に発売された。この章では“シャベるテレビ”に搭載した音声読み上げ(テキスト音声合成)技術について述べる。

4.1 音声読み上げ(テキスト音声合成)技術概要

図6に、テキスト音声合成方式の構成を示す。合成対象であるテキスト(漢字かな交じり文)が入力されると、読み・アクセント解析部では言語辞書を適用して、テキスト

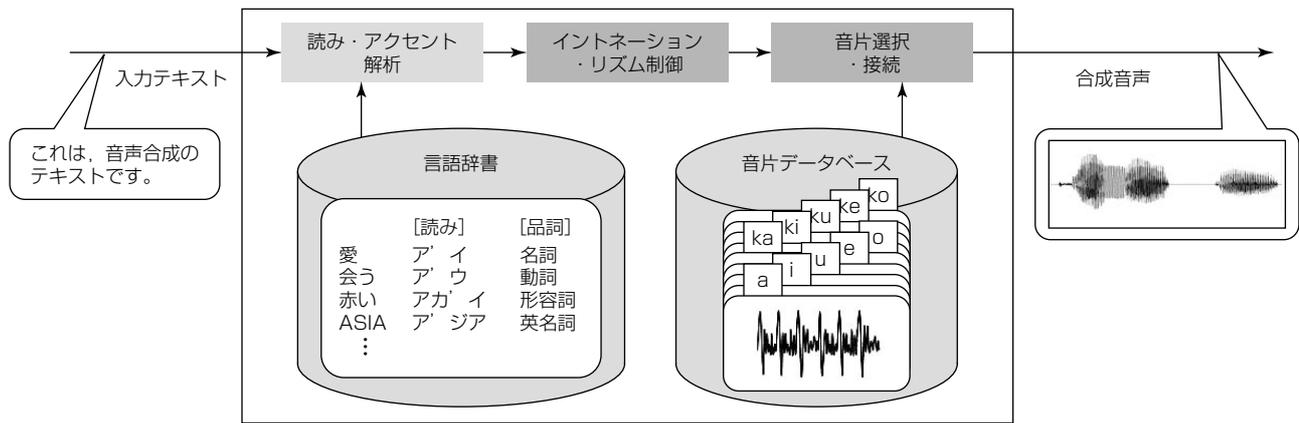


図 6. テキスト音声合成方式の構成

の構文・読み解析を行い、テキストに対応した音素名列やアクセント位置などが決定され、中間言語と呼ばれる機械も人も内容が理解できるようにした表現で出力する。イントネーション・リズム制御部では、音の長さである各音素の継続時間長、音声の高低・イントネーションを表すピッチ周期系列が生成される。それら情報をもとに、音片選択・接続部では、音片データベース中の音片データを読み出しながら順次変形・接続し、音声波形を生成、合成音声として出力する。

言語辞書は、大量のテキストデータから出現頻度が高い単語や文章などを抽出して作成され、文字・読み・品詞、アクセント位置等のデータを蓄えている。音片データベースは、ナレータが発声した音声信号を大量に収録しておき、その音声信号から所定の学習方法に基づいて幾つかの音素波形を切り出して選択したものであり、音響辞書とも呼ばれる。なお、音響辞書に関しては、当社独自の音素波形縮退化による辞書圧縮方法で辞書メモリ量を大幅に削減(当社従来比50%削減)することで、コスト上昇なしに音声読み上げ機能を搭載可能とした。

4.2 読み上げ品位(音質・読み上げ精度)の改善

EPGのテキスト内容は、固有名詞・新語・造語、又は英文などが混在して非常にバラエティに富んでいることと、EPGのテキスト量に制限があるため文章表現が特徴的(省略形や名詞切れなどが多い)であり、精度良く読み上げるために、実際のEPGデータ(実際に放映された番組名、番組内容説明文、出演者情報等)を用いて言語辞書の調整と読み・アクセント解析部の改良を実施した。また、EPGで出現する可能性が高い固有名詞として、芸能人名や長寿番組名などがあるが、その固有名詞を間違えなく確実に読み上げるために、言語辞書に固有名詞辞書を新規追加するとともに、頻出固有名詞リストを作成して全数チェックを実施した。モデル年度が進むにしたがって、最新のEPGデータと頻出固有名詞リストに基づいて、読み上げ精度の熟成を鋭意進めており、2009年秋発売モデルからは、EPG中に1文字で表現される番組属性情報、例えば、“解”(音声解

説放送)や“二”(二ヶ国語放送)などの説明読み上げにも対応している。

なお、2007年発売の初期モデルの音質は明瞭(めいりょう)であるが若干女性らしさに乏しかったため、2009年春発売モデルからは、音響辞書を構成するナレータを変更し、かつ音声生成方法を改良することで、合成音の女性らしさと肉声感を大幅に向上させている。今後もエンドユーザーの声を参考にしつつ、更に読み上げ精度改善や音質向上を進める予定である。

5. む す び

液晶テレビ用の音響処理技術として“DIATONEサラウンド”“DIATONE HD”“しゃべるテレビ”について述べた。これらの技術は、当社製液晶テレビに搭載されており、テレビ音声の高機能化・高品質化、ユニバーサルデザインに大きく寄与している。

画像処理技術の向上とともに、テレビ用音響処理技術のニーズと重要性はますます拡大しており、今後も更なる研究開発を行っていく予定である。

参 考 文 献

- (1) ITU-R BS. 775-1, “Multichannel Stereophonic Sound System with and without accompanying Picture”, Rec., International Telecommunications Union, Switzerland (1992~1994)
- (2) 木村 勝, ほか: パーチャルサラウンド技術, 三菱電機技報, **82**, No.12, 771~774 (2008)
- (3) 武内 隆: スピーカを用いたバイノーラル立体音響再生, 日本音響学会誌, **61**, No.7, 398~403 (2005)
- (4) 渡辺 馨: オーディオ信号の劣化の評価法, 日本音響学会誌, **63**, 11号, 686~692 (2007)
- (5) 川勝かがり, ほか: デジタルテレビの音声読み上げ機能の開発, 第3回国際ユニヴァーサルデザイン会議, S-13/O-056 (2010)