

mitsubishi
Changes for the Better

家庭から宇宙まで、エコチェンジ



三菱電機技報

3

2011

Vol.85 No.3

特集 「映像情報機器を支える技術」



目 次

特集「映像情報機器を支える技術」

映像メディアのパーソナル化とソーシャル化	1
相澤清晴	
立体映像時代の幕開け	2
藤吉直彦・長沢雅人	
3D対応液晶テレビ“MDR1シリーズ”	7
長沢雅人・花井晶章・安井裕信・堀田 厚・中村芳知	
デジタルテレビのユニバーサルデザイン	11
川勝かがり	
BD・HDD内蔵液晶テレビのUIデザイン開発	15
岡田麻美・石塚健彦・佐藤 聡	
75V型レーザーテレビ	19
桑田宗晴・宮田彰久・柳澤隆行・中村 聡・小島邦子	
超解像技術	23
山中 聡・守谷正太郎	
テレビ用音響処理技術	27
木村 勝・古田 訓・堀田 厚・嶋田義久・大塚礼治	
液晶テレビ向けネットワーク技術	31
森田知宏・三木智子・上田健介	
デジタルカラープリンター“CP-D70D/CP-D707D”	35
中尾 洋・畠中貴志・小田敏介	
2灯式DLPプロジェクタ“XD8100シリーズ”の 高輝度・高機能化技術	39
鯨島研治・岩井敏充・金子秀樹・山田旭洋	
LED光源を使用したディスプレイウォールプロジェクタ “PE XE70シリーズ”	43
村上幸作・町田直之・菅野直樹・井上陽子・児玉拓也	
ネットワークレコーダ“NM-NV10”	47
池之上博美・勢木真一・和田泰徳	
プレミアムマルチメディアディスプレイ“MDT231WG”	51
中川智洋・井出智朗	

New Technologies for Image Information Devices

Personal and Social Multimedia

Kiyoharu Aizawa

Dawn of the Era of Three-dimensional Images

Naohiko Fujiyoshi, Masato Nagasawa

3D LCD TV "MDR1 Series"

Masato Nagasawa, Masaaki Hanai, Hironobu Yasui, Atsushi Hotta, Yoshitomo Nakamura

Universal Design for Digital Television

Kagari Kawakatsu

User Interface Design of LCD TV with BD & HDD Recorder

Asami Okada, Takehiko Ishizuka, So Satoh

75-in. Laser TV

Muneharu Kuwata, Akihisa Miyata, Takayuki Yanagisawa, Akira Nakamura, Kuniko Kojima

Super Resolution Technology

Satoshi Yamanaka, Shotaro Moriya

Audio Signal Processing Technology for TV Set

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

Network Technology for LCD- TVs

Chihiro Morita, Satoko Miki, Kensuke Ueda

Digital Color Printer "CP-D70D/CP-D707D"

Hiroshi Nakao, Takashi Hatakenaka, Kosuke Oda

High Brightness and Wide-range Function Technology of Dual-lamp DLP Projector "XD8100 Series"

Kenji Samejima, Toshimitsu Iwai, Hideki Kaneko, Akihiro Yamada

Display Wall Projector "PE/XE70 Series" Using LED Light Source

Kosaku Murakami, Naoyuki Machida, Naoki Kanno, Yoko Inoue, Takuya Kodama

Network Recorder "NM-NV10"

Hiroshi Ikenoue, Shinichi Seki, Yasunori Wada

Premium Multi Media Display "MDT231WG"

Tomohiro Nakagawa, Tomoaki Ide

特許と新案

「階調改善回路及び表示システム」「投写型表示装置」	55
「放送番組記録再生装置および放送番組予約録画方法」	56

スポットライト

ホームシアタープロジェクタ“LVP-HC9000D”

表紙：最新の映像技術を搭載した製品

この特集号では、3D対応液晶テレビや大型レーザーテレビ、テレビ用映像・音響技術、デジタル写真市場向けプリンター、プロジェクタ等の様々な映像情報機器を支える三菱電機の最新技術を紹介している。

表紙の写真は、その代表例である。



- ① 3D対応ブルーレイと1TB大容量HDDを搭載し、10連50Wの新DIATONEスピーカーシステムとサラウンド技術で臨場感のある立体音響が体感できるオールインワン3D対応液晶テレビMDR1シリーズ
- ② デジタル写真市場向け、コンパクトでシステム拡張性の高いデジタルカラープリンターCP-D70D/CP-D707D
- ③ 長時間運用対応の高信頼性と精細情報も表現可能な高画質DLP方式ディスプレイウォールシステムで、新光源として長寿命・高輝度LED素子を採用したPE XE70シリーズ

巻/頭/言

映像メディアのパーソナル化とソーシャル化

Personal and Social Multimedia

相澤清晴
Kiyoharu Aizawa

かならずしも特集の内容に合致しているかどうか怪しいが、最近、映像メディアに関して、特に思っていることを述べてみたい。

1990年代後半から現在に至る映像メディアの著しい進展を鑑(かんが)みたときのキーワードとして、パーソナル化とソーシャル化という二つが現れると思う。映像のデジタル化が進み、個人レベルでもデジタル映像が利用できるようになり、更に映像メディアが生活に浸透していく過程で、パーソナル化とソーシャル化という波に押されて進展してきたようにも思われる。少し乱暴な言い方をすれば、前者がハードウェアの進展の側面が大きいに対して、後者はソフトウェアによるサービスの側面が大きいと思う。

前者のパーソナル化については、近年のデジタルカメラやケータイ、スマートフォンに代表される小型の情報機器や情報サービスを個人で所有できるようになったことに象徴される。このパーソナル化によって、映像メディアは飛躍的に一般の生活に浸透した。1990年代後半からの技術の大きなトレンドであり、情報システムの使い勝手を大きく変革してきた。映像に関して言えば、デジタルカメラやケータイのおかげで、手軽に画像がとれるようになった。このため、デジタル画像の個人のコレクションは加速的に増加している。ハードウェアの追求が変革につながってきた。機能は進展を続け、デジタルカメラを見てみると、顔検出、さらには、笑顔検出、ウインク検出、顔認識まで可能になっているし、さらには、GPS(Global Positioning System)による位置検出を内蔵する一般ユーザー向けのデジタルカメラも市場にでている。写真の付加データ(EXchangeable Image File format: EXIF)の一部として位置を記録できるので、どこでとった写真かということまで画像の中には含めることができる。

後者のソーシャル化は、この数年で現れた新しい変化である。ソーシャルメディアとは、例えば、Flickr^(注1)、YouTube^(注2)、Facebook^(注3)、Twitter^(注4)のように、画像やビデオ、メッセージ、それらの複合のコンテンツをユーザーが発信し広く共有するインターネット上の仕組みである。この4、5年の間にまたたくまに広く浸透し、極めて多くの人に受け入れられるようになった。画像は共有される主要な情報の一つである。例えば、ユーザーは、その内容を表すタグ情報をつけて画像を広く公開する(もちろんつけなくてもよい)。他のユーザーからのメッセージや反応があれば、その画像とともに保持される。現在、Flickr上には、40億枚の写真があり、Facebook上には800億枚の写真があるとされている。パーソナル化がハードの側面が強かったのに対して、ソーシャルメディアはネット上のサービスである。パーソナル化の始まりから、10数年を経て、増大するコンテンツをどのように扱うかというアプローチの始まりが今のソーシャルメディアであると思う。

今のソーシャルメディアは、画像内容の解析という点では全く不十分であるし、現在のものが最終形だとはとても思われない。しかし、これらが新しい画像処理の新しい課題を提起しているという点は大変興味深い。さらには、このようなメディアが出現しているという事実そのものが、映像コンテンツの新しい利用、そのための処理や仕組みについての構想や研究が大きく意味を持つことを実証していると思う次第である。

(注1) Flickrは、Yahoo!, Inc. の登録商標である。

(注2) YouTubeは、Google, Inc. の登録商標である。

(注3) Facebookは、Facebook, Inc. の登録商標である。

(注4) Twitterは、Twitter, Inc. の登録商標である。

巻頭論文

立体映像時代の幕開け

Dawn of the Era of Three-dimensional Images

Naohiko Fujiyoshi, Masato Nagasawa



藤吉直彦*



長沢雅人**

要 旨

映像を立体視する方法については、位置をずらして撮影した2枚の写真を用いる方法などで古くから行われていた。これらは、基本的に視差を利用する方法であり、近年の3D対応テレビの原理と大きくは変わっていない。

動画の映像情報を3D視聴する方法については、まず映画館などで3Dを視聴する試みが行われた後、何回かの3Dブームを経て、今日の本格的立体映像ブームに至っている。

特に昨今北米での3D対応シアターが大きく伸張するとともに、ハリウッドなどでの3D映画製作もかつてないほど盛んになっている。国内でも、3D映画“アバター”などのヒットをきっかけに上映数が増加している。

このような中、2009年末に3D対応のブルーレイ規格がまとまり、一般家庭向けに3Dコンテンツを流通させる素

地ができ上がった。また2010年からは3D専用放送が登場、家庭でも立体映像を楽しむ環境がますます整いつつある。

三菱電機では、まず2008年に北米市場で、レーザーテレビなどの3D対応大画面テレビを開発し、先行的に市場投入を行ってきた。さらに国内市場では2010年に、3D対応のレーザーテレビ(75-LT1)と、ブルーレイ+HDD(Hard Disk Drive)を搭載したオールインワン3D対応液晶テレビ“MDR1シリーズ(以下“MDR1”という。)”を開発し、販売を行っている。

そこで本稿では、臨場感あふれる立体映像表現について解説するとともに、当社の立体映像表示機器で採用されている技術について述べる。



三菱レーザーテレビ“レーザービュー 75-LT1”

美しさの概念を変えて、そして臨場感の概念を超えた、色再現能力の高いレーザー光源を用いた、色鮮やかな映像を大画面で楽しめる高画質テレビである。

1. 立体映像技術の歴史

映像を立体視する方法は、位置をずらした2枚の写真を見る方法が古くから行われており、視差を用いる方法としては、今日の3D対応テレビも基本原理は変わっていない。映画館で3Dを見る方法は1922年に英国で“ザ・パワー・オブ・ラブ”が上映されたことを皮切りに、多くの3D映画が作られ、次の立体映像ブームが繰り返された歴史がある。

(1) 第1次立体映像ブーム

1922年当初は映画“ザ・パワー・オブ・ラブ”を皮切りにアナグリフ方式(後述の色メガネ方式)が登場したが、1950年代には偏光方式(後述)が導入され、立体感がアップしたことからブームが到来した。視聴技術も機械式シャッターメガネや偏光メガネなどが登場、現在の3Dテレビでも使われる基本方式がほぼ確立した。

(2) 第2次立体映像ブーム

1980年代テレビでの3D放送をきっかけに、映画館でも3Dが上映されるようになった。このときの代表作としては“13日の金曜日”や“ジョーズ”などが挙げられる。なお当初テレビでの3D放送は、アナグリフ方式であった。

立体ブームはこのような何回か繰り返されてきた経緯があるが、今回は単なるブームではなく、次に示す要因によって立体映像視聴が定着しつつある。

- (1) 映画収入が向上できるため、映画会社で最初から3Dを作りこむケースが増えてきている。
- (2) CG(Computer Graphics)やアニメーションなどの立体コンテンツ制作機器が進歩し、良質の立体映像が作りやすくなった。
- (3) 3D映像製作のノウハウが向上し、単純に飛び出しを強調するような粗悪コンテンツが少なくなってきた。
- (4) テレビがハイビジョンを倍速表示可能となり、3章のフレームシーケンシャル表示で高品位立体映像が実現された。
- (5) ブルーレイの3D対応規格化で、フレームシーケンシャル表示できる良質な3Dコンテンツの流通が可能になった。

2. 立体の映像表現

2.1 立体感

人間は様々な手段で立体を感じている(図1)。

基本的な立体感の知覚としては、人間の両眼が約6cm程度離れているため、視聴する物体の距離によって異なる映像を見ており、この両眼視差によって立体を感じている。さらに、遠いものを見る場合と近いものを見る場合とで焦点調節が行われるほか、近くにある物体を見る場合、輻輳(ふくそう)角に応じて目を寄せることなどが挙げられる。

それ以外にも、従来のテレビでも知覚できるものとして、

自身が動いている場合に近いものほど早く動いているといった運動視差や、物体の重なり・大小・明暗・コントラスト・質感・彩度・色相・画面サイズなどによっても立体を感じている。これらは高臨場感映像としてコンテンツやテレビの画づくりに重要な要素を占めてきた。

2.2 3D映像の品質

(1) 3D映像における課題

現在の3Dテレビではあくまで両眼視差を利用したものである。そのため3Dのコンテンツ制作では、以下の影響への配慮がなされている。

- ①箱庭効果：奥行き感を強調したコンテンツなどで立体映像が箱庭のように感じられる。
- ②書き割り効果：奥行き方向を圧縮したコンテンツで、立体感の乏しいハリボテのように感じられる。
- ③額縁効果：画面の端に大きな立体部分があると、実際のテレビフレームとの関係で立体視できなくなる。
- ④発散：目の間隔よりも視差が広いと立体視できない。

さらに実際の立体テレビでは、視聴位置と画面サイズによって立体映像の飛び出し・奥行き状態などが変わる課題があり、一般的には、表示面と両眼をできるだけ水平にし、かつ画面有効高さの約3倍の距離で視聴することが望ましいとされている。

(2) 3D映像品質の確保

近年の立体テレビでは、特に立体の知覚に最も効果的である、両眼視差を用いる方法がとられており、3D映像品質を確保するために次の点が重要視されている(図2)。

- ①映像のコントラストが高いこと
- ②画面サイズが大きく、臨場感が得られること
- ③左右映像のクロストークが少ないこと

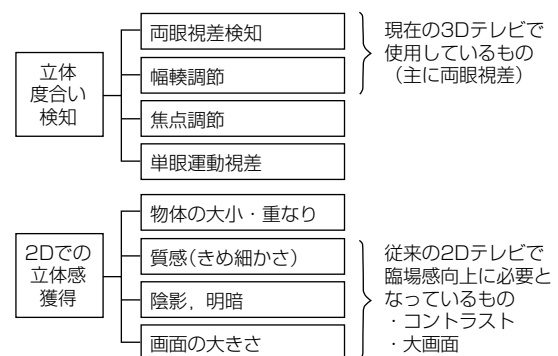


図1. 人間の立体認識

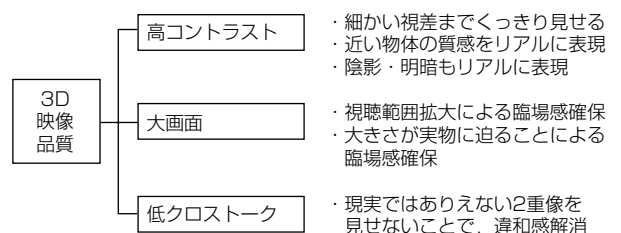


図2. テレビの3D品質

特に3D視聴では、繊細な部分の視差表現が、立体感を確保するために重要となっているほか、左右のクロストークを押さえ、2重像を見えないようにすることも重要となっている。

3. 立体映像表示方式

両眼視差表示方式としては、次に挙げるアクティブシャッターメガネ方式とパッシブメガネ方式、メガネなし方式の3種類がある。

(1) アクティブシャッターメガネ方式

プラズマ、液晶、プロジェクタなどで左右映像を順次表示(フレームシーケンシャル表示)させ、液晶シャッターを搭載したメガネで切り替え視聴する。現在ではハイビジョン映像を倍速以上で表示させ、高品位な3D映像が視聴できるようになっており、現状の液晶・プラズマ方式などの家庭用3Dテレビの多くが採用している(図3)。

(2) パッシブメガネ方式(偏光利用)

1 水平ラインごとに異なる偏光特性を持つフィルムを張り、特定の光を通過させる偏光特性のメガネによって視聴する方法である。垂直解像度が落ちる欠点があるが、メガネが軽く低コストである。特に立体画像編集用途などパソコンモニタなどで使われている(図4)。

また映画館などで偏光特性の異なる2台のプロジェクタを用いる方法や、1台で交互に偏向を変える方式がある。

これら偏光方式では、円偏光光学系を用いることで視聴姿勢に対し輝度劣化が生じない工夫もされている。

(3) パッシブメガネ方式(色(波長)利用)

①波長分離方式

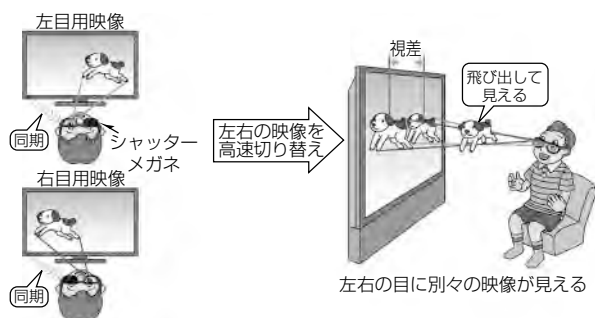


図3. アクティブシャッターメガネ方式

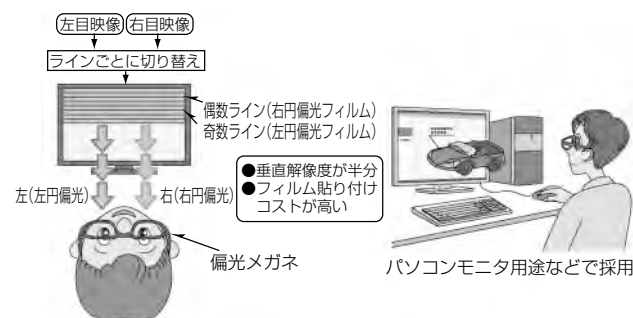


図4. パッシブメガネ方式

RGB(Red Green Blue)光波長を左右で若干ずらし、専用の狭帯域光学フィルタのメガネで視聴する。映画館などで採用されている。

②アナグリフ方式

映像の色成分に立体情報を持たせ、赤と青の色メガネで分離して見る方式である。立体を見る方法として古くからあり、現在でも対応のDVDソフトなどが販売されているが立体品質は良くない。

(4) メガネなし方式

①パララックスバリア方式

垂直ラインごとに左右の映像を表示させ、画面の前に設けた垂直方向に構成した細いバリアを通して左右の目にそれぞれの映像を表示させる方式である。

②レンチキュラ方式

垂直ラインごとに左右の映像を表示させ、かまぼこ状のレンチキュラレンズによって、左右の目にそれぞれの映像を表示させる方式である(図5)。

メガネなし方式は、映像の切れ目(ジャンピングポイント)の発生と、飛び出し部分の解像度劣化が課題となっており、家庭で長時間3D映像を見るにはまだ課題があり、小型サイズのものに限定されている。なお、近年では4K2Kパネルを採用し解像度の劣化を抑えたものや、多視点の映像を用いて、運動視差の効果も加味したものが検討・発表されている。

4. 立体映像の信号処理

4.1 3D映像伝送方法

3D映像信号の伝送方法としては、一般に次の方式が用いられているが、現在ではストレージ系でのフレームパッキング方式と、放送系のサイドバイサイド方式が主流となっている(図6)。

(1) フレームパッキング方式

ブルーレイの3D規格としてまとめられた方式で、右目用と左目用の2本のFull-HDの映像信号を、順次伝送する方法である。これを伝送するHDMI^(注1)(High-Definition Multimedia Interface)伝送規格^(注2)もVer1.4にアップされている。また、実際のブルーレイ上ではMPEG(Moving

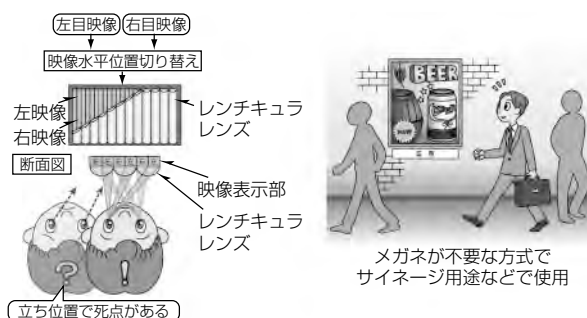


図5. メガネなし方式

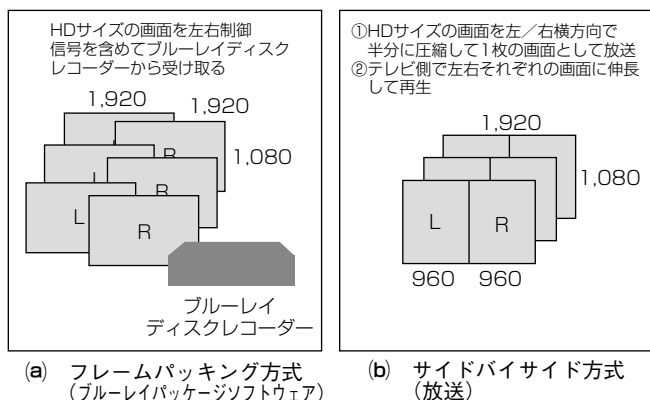


図 6. 3D映像伝送方式

Picture Experts Group) マルチビュー規格をベースに片側映像をさらに圧縮することで効率化している。

(2) サイドバイサイド方式

1枚のFull-HD映像信号を左右に2分割し、水平解像度を半分にした左目用と右目用の2つの映像をはめ込んだものである。既存の放送設備が流用できるため、放送系で用いられている。

(3) その他の方式

①チェッカーボード方式

水平半分の左右映像信号をチェッカーボード状に配したものの。

②トップアンドボトム方式

左右映像をFull-HD映像の上下に2分割し配したものの。

(注1) HDMIは、HDMI Licensing LLCの登録商標である。

(注2) 家電やAV機器向けのデジタル映像・音声入出力インタフェース規格

5. 3Dメガネ

3Dメガネ(図7)には液晶と駆動回路を内蔵したアクティブ方式と、偏光板を用いたパッシブ方式がある。

(1) アクティブシャッターメガネ

高速応答液晶と偏光板の組合せによって、液晶シャッターを構成し、画面からの光の透過と遮断を切り替えるものである。

ただし液晶テレビの場合は、画面からの光がすでに偏光となっているため、視聴姿勢に対するクロストークを気にしなければ偏光板を省略する場合もある。

また、パソコンモニターなどの小型液晶では、偏光角が斜めの場合が多く、この場合は斜め偏光に合った3Dメガネが必要となる。

一方、テレビと3Dメガネとの通信は一般的にはLED(Light Emitting Diode)を用いたIR(InfraRed)伝送が用いられ、これをメガネで受光して制御する。今後は更に視聴距離や障害物に有利な無線方式も登場すると思われる。

(2) パッシブメガネ

左右異なる偏光方向を持つ偏光版を用いたもので、一般的には円偏光を用い、姿勢に対し輝度劣化を防止している。



図 7. レーザテレビ用3Dメガネ

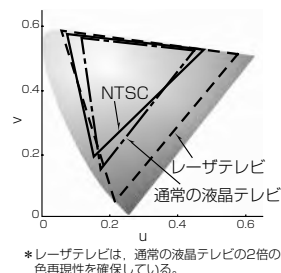


図 8. 色再現性

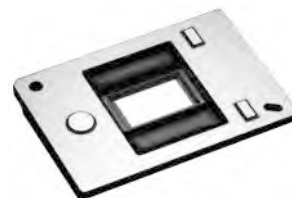


図 9. DLP素子

このパッシブメガネは、軽く、低コストな利点がある。

6. レーザテレビ

当社では、バックライト光源にレーザー光を用いた方式を開発、極めて色再現性の高いテレビとして2008年より北米で市場投入している。また2010年夏には75インチのレーザーテレビ“75-LT1”を国内市場投入した。

6.1 レーザテレビの特長

(1) 色再現性

レーザーテレビはRGBのレーザー光源を利用しており、一般的な液晶テレビのおよそ倍となるNTSC(National Television System Committee)比175%もの極めて広い色再現範囲を持っている(図8)。

(2) 高速応答性と3D性能

映像表示の高速応答性は、アクティブシャッターメガネ方式では極めて重要となる。レーザーテレビでは高速応答のDLP®(注3)素子(注4)(図9)を用いているため、マイクロ秒オーダーで映像を表示でき、クロストークの少ない3D映像が表示できる特長がある(図10)。

(3) 大画面

特に3D視聴では、大画面であるほど高い臨場感が得られる。今回のレーザーテレビではRGB3色のレーザー光源をベースに75インチの大画面映像表示光学系を構築、さらにNatural Color Matrixなどの映像色信号処理系と光源制御回路を構成、大画面で迫力のある3Dを視聴できる仕様となっている(図11)。

(注3) DLPは、Texas Instruments Corp.の登録商標である。

(注4) 多数の微小鏡面(マイクロミラー)を平面に配列した表示素子

7. フロントプロジェクタ

フロントプロジェクタでも3D映像を視聴することが可能である。簡単な方式としては2台のプロジェクタを、そ

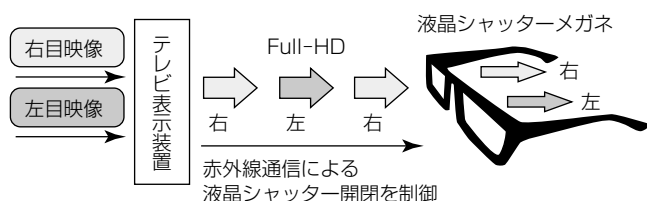


図10. 液晶シャッターメガネによる3D視聴

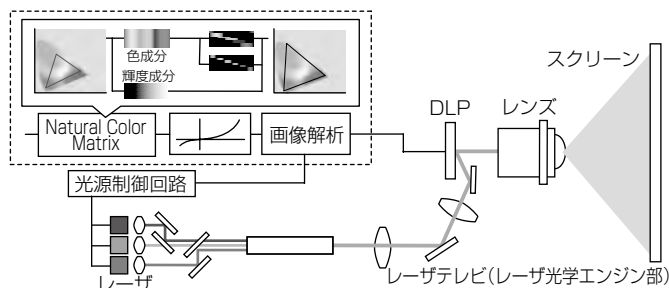


図11. レーザテレビの映像表示光学系

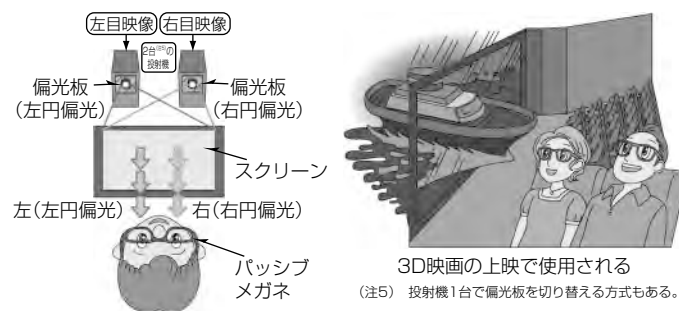


図12. プロジェクタ(パッシブ方式)

れぞれ方向の異なる偏向光に変換し投影、パッシブメガネで見る方法(図12)がある。

また、1台のプロジェクタ内に画面単位で偏向方向を切り替え、アクティブシャッターメガネで見る方式や、回転するカラーホイールで狭帯域なRGB光を、画面単位に左右の波長をずらして投影し、画面波長に合わせた狭帯域光学フィルタを用いたメガネで見る方式も提案されている。

8. 液晶テレビ

通常液晶テレビでは表示応答速度が遅いため、一般的には倍速対応の120Hzよりも早い、240Hz対応のパネルが用いられている。特に近年では、動画応答性を改善するため液晶のスピードも向上しており、またLEDバックライトの導入が進み、バックライトでのエリア制御に対応しやすくなった。そこで当社では、2010年秋に3D対応液晶テレビMDR1(図13)を、オールインワン録画テレビの仕様で市場投入した。その特長は、3D対応のブルーレイと1TバイトのHDDを搭載したことによる“これ1台で3Dが楽しめる”利便性にある。立体の奥行き方向の調整機能を備えるなど3D機能でも工夫を凝らした。先に述べたように、両眼視差を用いた3Dテレビでは見る位置や見る方向によ



図13. 三菱3D対応オールインワン録画テレビ(MDR1)

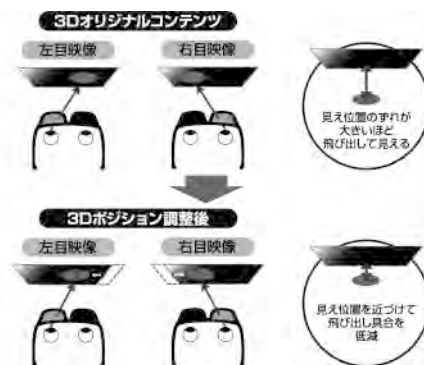


図14. MDR1の奥行きアジャスター

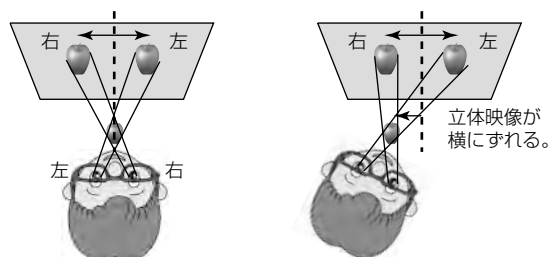


図15. 立体映像を斜めから見た場合

って立体の見え方が異なるため、この奥行き方向の調整機能と、画面の向きが変えられるオートターン機構によって、最適な視聴ポジションを得ることができる(図14、図15)。なおMDR1の詳細は、この特集号の論文(3D対応液晶テレビ“MDR1シリーズ”)(7～10ページ)で述べる。

9. むすび

2010年は立体映像幕開けの年となった。今後は更に3D放送の充実や、ブルーレイタイトルの増加が見込まれ、テレビの1機能として一般化していくものと思われる。

当社では、今後も3D対応AV機器を市場投入することでユーザーのニーズにこたえていくとともに、国内映像ビジネスの発展に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 3D対応液晶テレビ“MDR1シリーズ”，三菱電機技報，85，No.1，21（2011）
- (2) 評論家朝倉怜士氏に聞く：市場に登場した3Dテレビ，映像情報メディア学会誌，64，No.5，643～652（2010）
- (3) 5．立体映像技術，64，No.8，1204～1209（2010）

3D対応液晶テレビ “MDR1シリーズ”

長沢雅人* 堀田 厚†
花井晶章** 中村芳知††
安井裕信***

3D LCD TV "MDR1 Series"

Masato Nagasawa, Masaaki Hanai, Hironobu Yasui, Atsushi Hotta, Yoshitomo Nakamura

要 旨

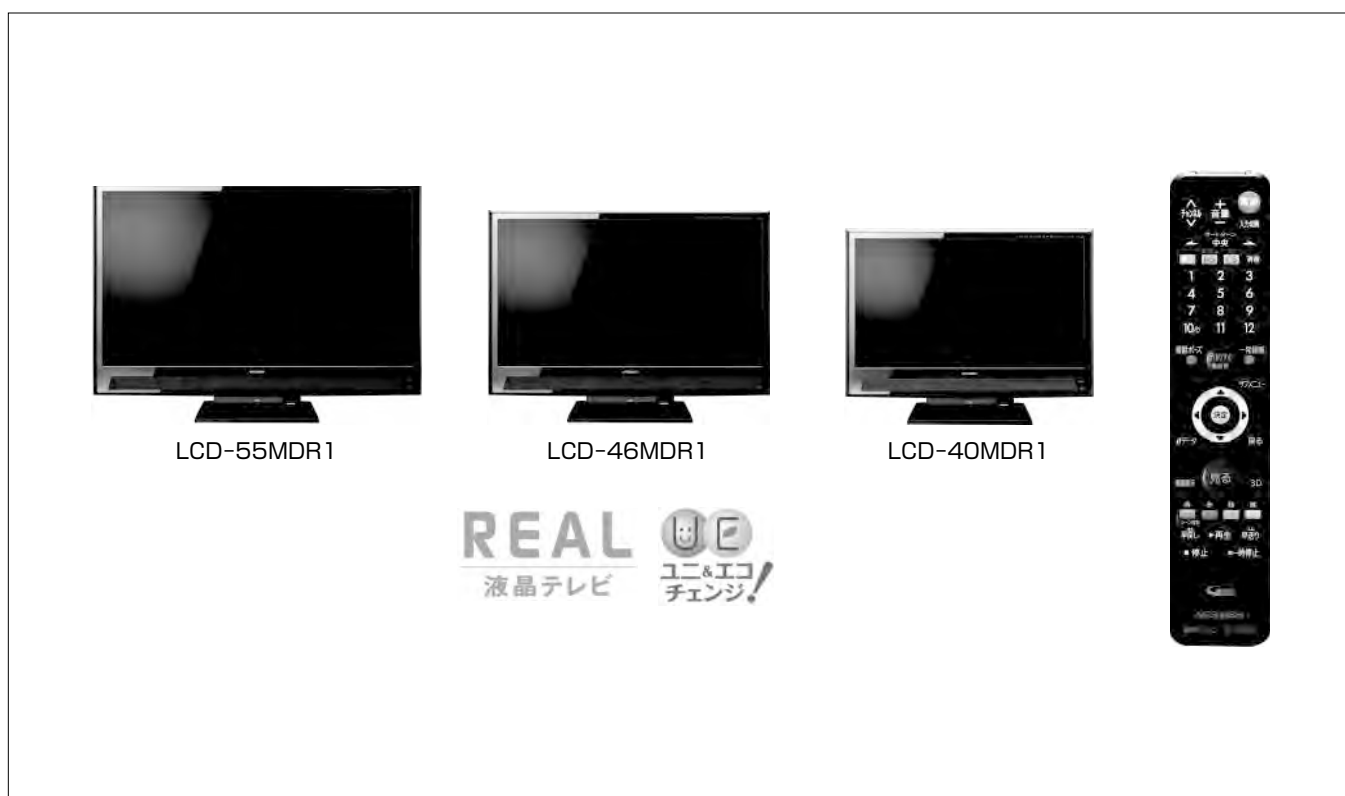
良質な3Dコンテンツや3D対応ブルーレイ・3D専用放送などが登場し、家庭でも立体映像を楽しむ環境が整いつつある。そこで今回、3D対応ブルーレイと1TB大容量HDD(Hard Disk Drive)を搭載し、これ1台で3Dが楽しめる“オールインワン3D対応液晶テレビMDR1シリーズ(以下“MDR1”という。)”を開発した。

MDR1は、三菱電機の最高級液晶テレビとして、あくまでも画質・音質にこだわったほか、オールインワンテレビの使いやすさや、様々な録画便利機能等を搭載し、一般家庭でも迫力の映画館体験を楽しむことができる。

特に高画質では、4倍速LED(Light Emitting Diode)を用いた“DIAMONDパネル”と新画像エンジンを開発、従来の2D映像のみならず3Dでも高コントラストで先鋭感のある映像を実現した。また、音響性能も、これまで当社が

主張しているテレビ単体での高音質化を継承した10連50Wのマルチスピーカーとサラウンド技術によって臨場感のある立体音響が体感できる。なお、3D視聴時は、BD(ブルーレイディスク)メディアのフレームパッキング方式や放送で使用されているサイドバイサイド信号を立体視聴できるほか、立体の飛び出しを調整できる奥行きアジャスター、簡易2D-3D変換機能などによって、様々な立体映像が楽しめるテレビとなっている。

さらに、これら高機能かつ多機能なスペックにもかかわらず、“見る”“録る”の簡単操作を軸としたユニバーサルリモコンやユーザーインターフェースを開発し、だれでも簡単に操作できる製品として、これからの立体映像時代に十分満足いただける商品に仕上がったものと確信している。



三菱液晶テレビ“REAL”MDR1シリーズ

ハードディスク内蔵ブルーレイディスクレコーダー搭載液晶テレビ“REAL”の3D対応“MDR1シリーズ”には、LCD-55MDR1(55V型)、LCD-46MDR1(46V型)、LCD-40MDR1(40V型)の3機種がある。

よく使うボタンをわかりやすく配置した“ユニバーサルリモコン”によって、簡単操作を可能にしている。

1. ま え が き

2009年末にブルーレイの3D規格が定まるとともに、2010年春から夏にかけて3D対応放送がスタートし、家庭用テレビで3Dを視聴できる環境が整ってきた。現状3Dを楽しむためには、専用の3Dテレビのほか、3D規格に対応したブルーレイレコーダが必要となっており、当社では、BDレコーダとHDDを内蔵し、高級機種としての高画質・高音質性能を継承・発展させるとともに、これ1台で3Dが楽しめるオールインワンタイプの3Dテレビを開発した。また、これら高機能かつ多機能な仕様にもかかわらず、“見る”“録る”を操作軸としたユニバーサルデザインを強化し、最先端の機能をだれでも簡単に使えるテレビとして仕上げた。

本稿ではこれらMDR1の最新機能である、高画質・高音質・3D機能・ユニバーサルデザイン・録画再生機能について述べる。

2. 高画質技術

この3Dテレビでは、新画像エンジンを搭載し、3D視聴時“細かい視差もくっきりと表現できる”光沢処理パネルを採用するとともに、4倍速の高速応答液晶を採用した。またエッジバックライト制御と新開発の3Dメガネと合わせ、3D視聴時のクロストークを抑えた。

さらに、RG(赤緑)蛍光体を用いたLEDの採用によって色再現性を確保するとともに、新開発画像エンジンによる残像感のない4倍速表示や、超解像機能による“画像の先鋭さや質感”を再現、3D対応高級テレビとして高品位な映像表現を実現した。

2.1 DIAMONDパネルとバックライト制御

3D視聴では、繊細な部分の視差表現が、立体感を確保するために重要となっている。そのためには、外光からの乱反射を最小限に抑えることが有効であり、当社が業界で先駆けて導入してきたグレアパネルを今回の3Dテレビでも導入した。また、3D視聴では、立体感を損なわないよう左右映像のクロストークを十分抑える必要があり、240Hzの高速応答液晶パネルの採用と、上下のLEDエッジ

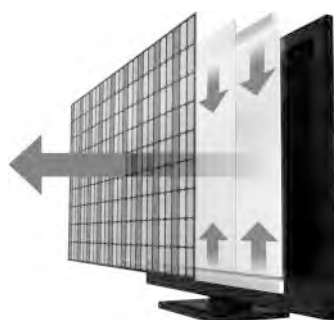


図1. LEDエッジバックライト

バックライト(図1)の独立プリンキング制御を行っており、さらに3D機能の映像モードとして“2重像低減モード”を用意した。このテレビでは、これらのバックライト制御と合わせ、3Dメガネのシャッター制御を駆使し、安定した立体映像表現を実現した。

また、今回のエッジバックライトにはLED光源を採用しているが、一般的なY(黄)蛍光体を用いるのではなく、RG蛍光体を採用、色再現性を向上させている。

2.2 DIAMONDエンジン

MDR1では、映像信号処理でも、3Dのフレームパッキング信号や、サイドバイサイド信号をフォーマット処理する新たな3D対応画像エンジン“3D DIAMOND Engine PRO(図2)”を開発した。この画像エンジンでは、従来の超解像技術を更に進化させるとともに、高度なコントラスト補正機能を追加、次の3つのコントラスト補正を搭載することで、従来の2D映像はもちろんのこと、3D映像でも細かな視差をくっきりと表現した。

(1) ダイナミックガンマ

画面全体の階調ヒストグラムを計測、出現頻度の高低によってゲインを設定し全体のガンマを補正、シーンごとに黒の引き締まった明るくコントラスト感のある映像を再現

(2) エリアコントラスト補正

注目画素中心から一定区間の周辺画像情報を用い、画素ごとにガンマを補正しコントラストを改善。艶(つや)やかなピークやメリハリ感ある映像を再現

(3) 局所コントラスト補正

注目画素を中心に微小区間の映像情報によってコントラストを改善し、ディテール感の改善など精細感ある映像を再現

3. 高音質技術

薄型テレビの普及に伴い、各社音響性能が劣化している中、当社の液晶テレビではこれまで音響性能を重視して、特に高級機ではウーファー搭載を含めたマルチスピーカーの対応や、サラウンド技術と合わせて高い臨場感を再現してきた。今回3D対応テレビを開発するにあたり、さらに音でも立体感を感じられるようなサラウンドのワイド化に

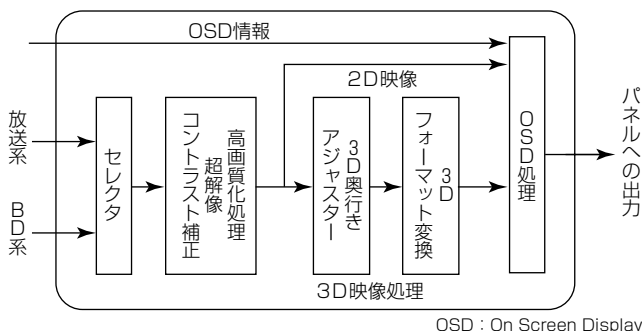


図2. 3D DIAMOND Engine PROの構成

取り組み3Dテレビにふさわしい音響性能を実現した。

3.1 10連マルチスピーカー

MDR1では、テレビ内蔵としては大規模な10連マルチスピーカーシステム(図3)を採用、左右に各2個、センターに4個、ウーファーを左右に各1個のスピーカーを搭載した。これによって最大50Wの大出力音響を実現するとともに、DIATONE音響技術と合わせ、はっきりとした音像で広範囲なサラウンド感を再現、立体視聴時に奥行き感のある高臨場感音響を再現した。

3.2 音響信号処理

MDR1では、センタスピーカーを用い、アナウンスなど定位のしっかりした人の声を再現するとともに、サイドスピーカーによる3Dテレビならではのワイドサラウンドを実現している。また、単純な倍音では表現できない高音域を新たに再現するDIATONE-HD技術を採用し、ウーファーと重低音信号処理による低音領域再現と合わせ、あらゆる周波数領域での臨場感を再現した(図4)。

4. 3D視聴のための機能

MDR1では、ブルーレイのフレームパッキング方式や、放送で使用されているサイドバイサイド信号を立体視聴できるため、1台で様々な3Dコンテンツ視聴に対応している。



図3. 10連マルチスピーカー

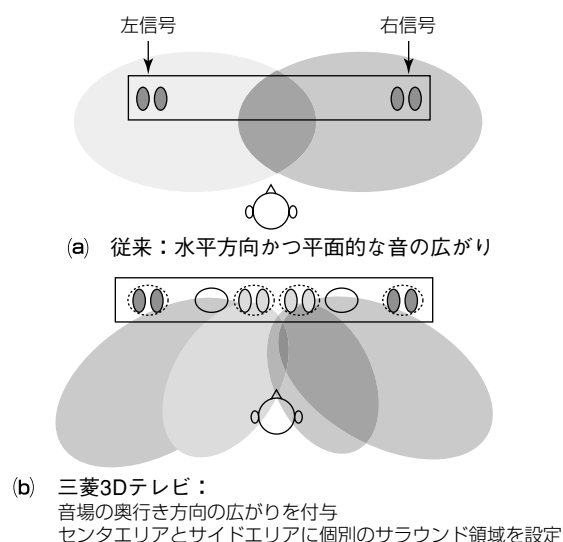


図4. 音の広がり

る。ここで、一般的に視差を用いた立体視聴では、ユーザーの視聴ポジションによって立体表現が変動する。そこで、当社が過去から積み重ねてきたユニバーサルデザイン技術の集大成となる“らく楽アシスト機能”の一環として、立体深度を調整する“奥行きアジャスター”と、“オートターン駆動機構”を搭載し、前後左右の3Dポジション調整を行うことで、最適な立体視聴が可能となった。さらに今回、通常放送などの2D時でも立体視聴可能な“簡易2D3D変換機能”を搭載して、様々なコンテンツを最適な3D環境で楽しむことができる。また、3Dメガネ(図5)は2個を同梱(どうこん)しており、テレビ購入後すぐに二人でも3Dを視聴できるように配慮している(図6)。

5. ユニバーサルデザイン

近年のデジタルテレビでは高性能化・多機能化が進んでいる。そのため、実際の家庭で、機能や操作方法がわからないなどの理由で、搭載された機能が十分使われていないケースも少なくない。MDR1では、オールインワンテレビならではの使い勝手をベースに、あくまで最新機能を簡単に操作するため、“見る”“録る”のデカ文字ボタンを強調したユニバーサルリモコンと、この機能を軸としたユーザーインターフェースを開発、すべての年代層にもご使用いただける最新3Dテレビとして市場投入している。

図7にMDR1に搭載されたらく楽アシスト機能一覧を示す。特に、目の不自由な人からも好評を得ている“音声読み上げ機能”や、シーンやタイトルごとでの音量を一定に保つ“お勧め音量機能”、表示する文字の大きさを可変する



図5. 3Dメガネ

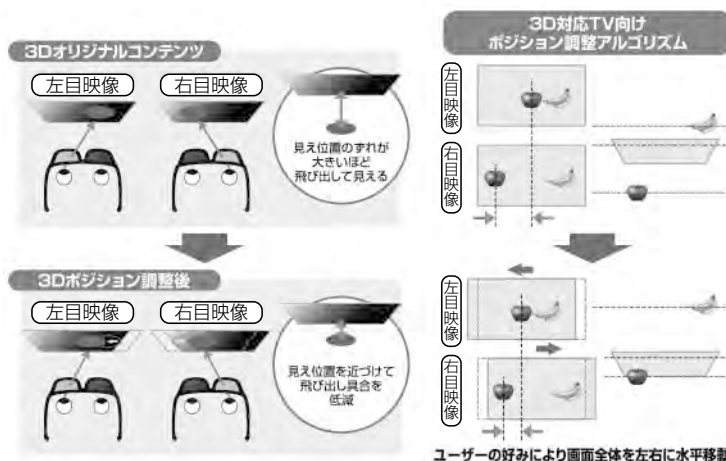


図6. 3Dポジション調整機能

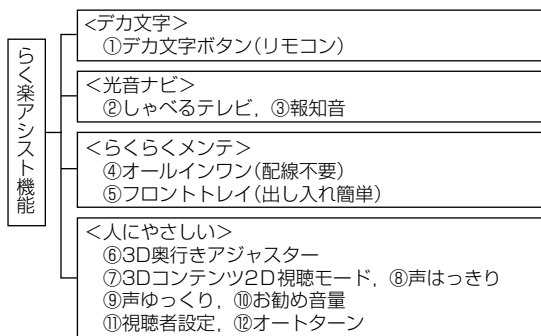


図 7. MDR1のらく楽アシスト機能

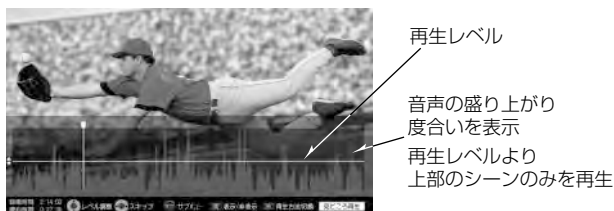


図 8. ハイライト再生機能

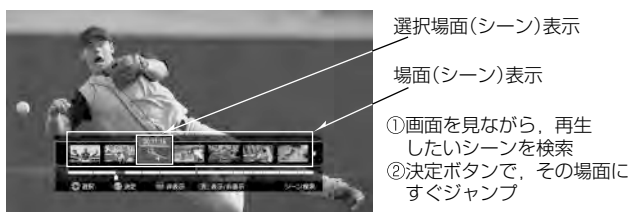


図 9. シーン検索機能

機能のほか、光ディスクの記録面に指紋をつけにくくかつ入れやすい“前面ディスプレイ”など、当社ユニバーサルデザイン技術を集大成した細かな配慮がなされている。

6. 録画再生機能

オールインワンテレビのもう一つの特長は録画再生機能である。MDR1では、最新の3D規格に対応したブルーレイレコーダと、1TBの大容量HDDを搭載し、“W録”“ダビング・編集”“長時間録画”など市販されているBDレコーダ単体機と遜色(そんしょく)のない録画・再生機能を備えている。特に当社録画再生機能の特長である録画便利機能として、スポーツ映像などでの盛り上がり部分だけを再生できる“ハイライト再生機能(図8)”，音楽番組の音楽部分だけを再生できる“楽曲再生機能”などを搭載。さらに、単純な時間割でシーンを区切るのではなく、映像の特徴を自動判別し、適切なシーン単位にサムネイル検索が可能な“オートサムネイル機能”(図9)や、これまでの“ジャンル検索”“おすすめ自動録画”などを備え、録画・検索・編集が使いやすくなっている。これらの録画便利機能によって、MDR1では生活時間を優先するタイムシフトユーザー層はもちろんのこと、貴重なコンテンツをライブラリ化したい録画重視層にも使ってもらえる仕様とした。

表 1. MDR1の主な仕様

全体構成		3D対応オールインワン録画テレビ
3D機能	3D対応映像	フレームシーケンシャル3D映像 サイドバイサイド3D映像
	3D機能	奥行きアジャスター(3D深度調整) 2D-3D変換
	3Dメガネ	IR式液晶シャッターメガネ(ボタン電池使用)
ストレージ	ブルーレイ	3D対応BDレコーダ
	HDD	1TB-HDD
	長時間録画	最大10倍長時間録画
	録画便利機能	オートカットi 見どころ再生(スポーツ/音楽) シーン検索
		一発録画 番組ポーズ おすすめ自動録画(安心型、発掘型) フリワード検索
高画質	パネル	新DIAMONDパネル 16:9 240Hz高速応答, 光沢パネル液晶 フルHD(水平1920×垂直1080画素)
	画像エンジン	3D DIAMOND Engine PRO
	高画質化処理	倍速ピクチャー なめらかピクチャー 超解像処理 コントラスト補正
高音質	スピーカー	新DIATONEスピーカー 計10個 サイドスピーカー: 左右各2個 センタースピーカー: 4個 ウーファー: 左右各1個
	音声出力(W)	左右: 10+10, センタ: 10, ウーファー: 10+10
	高音質処理	DIATONEサラウンド5.1 DIATONE_HD DIATONEパス
ネットワーク	アクトビラ ^(注1) TSUTAYA TV ^(注2)	VOD視聴, VODダウンロード
インタフェース		i.Link SDカードスロット USB端子
ユニ&エコ	らく楽アシスト	ユニバーサルリモコン(見る・予約する, 簡単操作) しゃべるテレビ&報知音 おすすめ音量 オートターン 簡単接続, すっきりレイアウト 前面ディスプレイ
	エコ	LEDエッジバックライト ECOメータ ECOモニタ センサー節電 無信号時電源OFF 無操作時電源OFF
質量(kg)(55V)		スタンドあり 36.5
外形寸法(cm)(55V)		スタンドあり 129.5(W)×92.9(H)×40.8(D)

IR : InfraRed USB : Universal Serial Bus
VOD : Video On Demand

(注1) アクトビラは、(株)アクトビラの登録商標である。

(注2) TSUTAYA TVは、カルチュア・コンビニエンス・クラブ(株)の登録商標である。

7. む す び

立体映像の幕開けにふさわしいテレビとして、これ1台で3Dが楽しめるテレビMDR1を開発した。このテレビは画質・音質にもこだわった最上位機種であり、またオールインワンテレビでかつ3D機能も搭載した多機能モデルにもかかわらず、あくまでもユニバーサルデザインを迫及して、一般家庭で使用してもらえる商品として提供できたものと確信している。最後に表1にMDR1の主な仕様を示す。

参 考 文 献

- (1) 3D対応液晶テレビ“MDR1シリーズ”，三菱電機技報，**85**，No.1，21（2011）
- (2) “ユニ&エコ”指向の液晶テレビ“ML(W) 1/LB1シリーズ”，三菱電機技報，**85**，No.1，72（2011）

デジタルテレビのユニバーサルデザイン

川勝かがり*

Universal Design for Digital Television

Kagari Kawakatsu

要 旨

ユニバーサルデザイン(UD)という言葉がメジャーになるかなり前から、使いやすさを念頭に三菱電機のテレビに盛り込んできた数々の機能を2010年10月に発売した“MLW/ML/LBシリーズ”から述べる。

2010年秋から、高機能を簡単に使いこなすことができるアシスト機能を“らく楽アシスト”と称し、当社の優れたUD機能を搭載した商品を紹介している。テレビでは、録画機能搭載モデルがクローズアップされているがMLW/ML/LBシリーズにも、次に述べる“らく楽アシスト”機能を搭載している。

(1) シャベるテレビと報知音

市場で好評を得て、更に多機能化を進めている。報知音も音の種類を増やし、読上げの機能をより効果的にするため連携して進化しており、搭載の経緯から述べる。

(2) おすすめ音量

初期、コマーシャル時の音量調整だけであった機能は、デジタル放送時代を迎え、コンテンツ内だけに止まらずいつでも安定した音量で視聴を楽しめる機能へと進化してきた。その過程について述べる。

(3) 視聴者設定と使う人切換え

2010年、第4回キッズデザイン賞を受賞した、テレビを見ている人に合わせた設定にする機能とその機能を容易に活用できるようにしたモード切り換え機能である。これまで余り解説されてこなかった機能について述べる。

(4) カラーユニバーサル

番組表とリモコン4色ボタンで外部機関の認証を取得している。

(5) ユニバーサルリモコン

文字の視認性を高めるとともにボタンの配置にも工夫をしている。



“MLW/ML/LBシリーズ”のラインアップ

LCD-40MLW1(左), LCD-32ML1(上右), LCD-22ML1(下左), LCD-19LB1(下右)
このほかにLCD-22LB1がある。

*京都製作所

1. ま え が き

当社のデジタルテレビ(2010年8月にレーザーテレビを発売し、当社のデジタルテレビは液晶テレビだけではなくなった。)には、ユーザーに配慮した様々な機能を搭載している。ブラウン管テレビの頃から当社のテレビは、だれにも使いやすいテレビであることを目指して製品作りを進めてきた。今でこそ、ユニバーサルデザイン(UD)という名でその使いやすさに注目してもらえるようになってきたが、連綿と続けてきたその機能の一部を2010年秋モデルMLW/ML/LBシリーズから述べる。

2. 各機能の紹介

2.1 シャべるテレビと報知音

今最も注目を集めているUD機能である。

視覚障害の人だけでなく、視力が低下してきたシニア向けの機能として着目されることが増えている。

最新モデルMLW/ML/LBシリーズには、シャべるテレビとしての機能は次のものがある。

- ・番組表、裏番組表での番組情報の読上げ
- ・番組表の情報より更に詳しい番組内容の読上げ
- ・据付時の初期設定“らくらく設定”の読上げ
- ・HDMI^(注1) (High-Definition Multimedia Interface)接続によるリンクを利用した録画予約の手順の自動読上げ(番組表、検索どちらからも予約可)
- ・予約一覧読上げ
- ・エラーなどの画面表示の読上げ(一部制限あり)
- ・メニューボタンから行う設定項目、設定値の自動読上げ
- ・設定中の画面に表示されるソフトウェアボタン名の自動読上げ
- ・リモコンのボタンからダイレクトに行う設定項目、設定値の自動読上げ
- ・番組検索画面の自動読上げ
- ・自動読上げの入/切(一部制限あり)
- ・読上げ速度の切り換え
- ・読上げ音量の切り換え

デジタル放送のサービスには、電子番組表に代表されるように、文字情報を画面に表示するサービスが多いため、画面の文字が読めない、読みづらいという人にとってデジタル放送のメリットはかなり限定されたものになってしまう。加えて、デジタル化によって得られる情報を活用する便利な機能が増えた反面、設定や操作が難しいと感じるユーザーもいる。これらの課題に対し、多方面から研究がなされているものの、サービスが限定的であったり、高価な専用装置やパソコンが必要でテレビセットとの接続が煩雑であるなどの理由から、一部のユーザーへの普及に留まっていた。

(注1) HDMIは、HDMI Licensing LLCの登録商標である。

このような動向の下、大阪府の視覚障害者団体の会合で、視覚障害者からテレビなどのAV(Audio Visual)機器の使い方についての話を聞いたことをきっかけに、我々はデジタル放送の便利な機能を、簡単かつ安価でより多くの人が享受できることを目指して、テレビ画面に表示される電子番組表の内容を読み上げたり、テレビの操作手順などを音声と報知音でサポートする機能の搭載検討を開始した。2006年のことである。

番組表などの任意の文字列を読み上げるには、音声合成技術が必要であるが、一般的に音声合成をテレビに搭載するには、ソフトウェアの高い処理速度及び大量のメモリ容量が要求される。必要な分だけの処理速度とメモリ容量を満足するためのコストの上昇は、デジタルテレビを取り巻く環境ではそう簡単に許されるものではない。

しかし、当社情報技術総合研究所から、非常にコンパクトな音声合成システムの紹介を受けた。このシステムであれば、当時のテレビに搭載していたメモリ容量に何とか納まりコストを上げることなく読上げ機能が搭載できることになった。このシステムの詳細については、この特集号の論文(テレビ用音響処理技術)を参照されたい(本号27ページ)。

シャべるテレビは文字情報が読めない、読み難いという人だけの機能ではない。据付け時のチャンネルなどの初期設定は“らくらく設定”と称して郵便番号を入力するだけで受信できるようにし簡単な操作で済むようになっているが、その際に手順を音声でガイダンスすることでユーザーが安心して操作を実行できるよう配慮している。

同様に、録画予約の際も、予約した番組名や放送日時、何より録画予約が問題なくできたことを言葉で伝えることでユーザーに安心感を持ってもらえるようにした。なお、MLW/ML/LBシリーズには録画機能は搭載していないので、録画とは、HDMI接続によるリンクを利用した外部接続機器への録画となる。

音声読上げ(シャべる)機能は、それだけでは不足がある。報知音との適切な組合せでシャべる機能がより生きてくる。

番組表の場合、新聞のラジオ・テレビ欄と同じく横軸に放送局、縦軸に時間というマトリックス表示上を上下左右の方向ボタンでハイライト移動をさせていくというこれまでアナログテレビにはない操作性が導入された。そのため番組表の画面へ切り換わったときから操作性が変わったことを知らせる報知音を鳴らすことにした。シャべる機能の導入時には読み上げが可能な画面に入ったことをユーザーが知る一助とした。翌年のモデルでは、エラー音、確認音、完了音など9種類の報知音を搭載し、より多くの画面の遷移を知らせるようにした。音についても、高音が聞き取りにくくなる高齢者などにも配慮した複数の周波数を含んだ音を採用している。

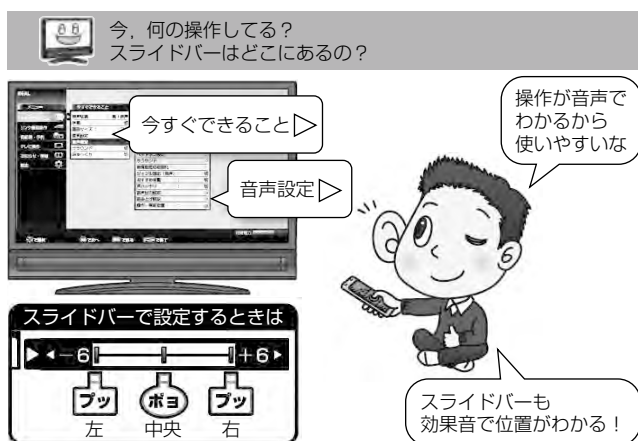


図1. 項目読上げと報知音の操作イメージ

MLW/ML/LBシリーズには、メニューの設定項目を読み上げるだけでなく、スライダーの最小値/最大値、センター値で音を鳴らすことで調整を容易にした。設定項目についても最上の項目を選択したときに音を鳴らす(基点音)ことでいくつかある設定項目の中で迷いにくくしている(図1)。

また、番組検索画面でも読上げを追加した。番組情報は新聞をはじめ、紙に印刷されたものが主であり、気になる番組を探すことも視覚に頼る作業である。目当ての番組を探すには8日間分の番組表の中から情報を一つ一つ聞いていくしか手段がなかったため、検索画面の読上げは有用な機能として好評を得ている。

2.2 おすすめ音量

テレビを見ていて、コマーシャルに切り換わったときや番組の内容、例えばドラマからバラエティへ変わったときなどその都度音量を調整する煩わしさはだれにも覚えのあることと思う。

アナログ放送のブラウン管テレビの頃から、その煩わしさを軽減するために、音量調整機能を、名称や方式を変えながら搭載してきた。その最新版が“おすすめ音量”である。当初、“ソフトトーン”という名称で、コマーシャルと番組の音声方式が異なることに着目して、ステレオ放送とそれ以外かを判別条件としていた。しかし、デジタル放送になり放送方式が変わったため、アナログ放送で行っていた音声方式での判別が通用しなくなった。そのため“デジタルソフトトーン”を開発した。

これは、当社先端技術総合研究所が開発した番組とコマーシャルとの継ぎ目に存在する切り換えの特徴を抽出する技術によって実現した。

これによってこれまでアナログ放送の一部だけであった音量の自動調整をデジタル放送でも可能にただけでなく、外部入力時、つまりレコーダなどから再生する番組でも自動で音量を調整できるようになった。

さらにこの機能は進化しMLW/ML/LBシリーズで搭

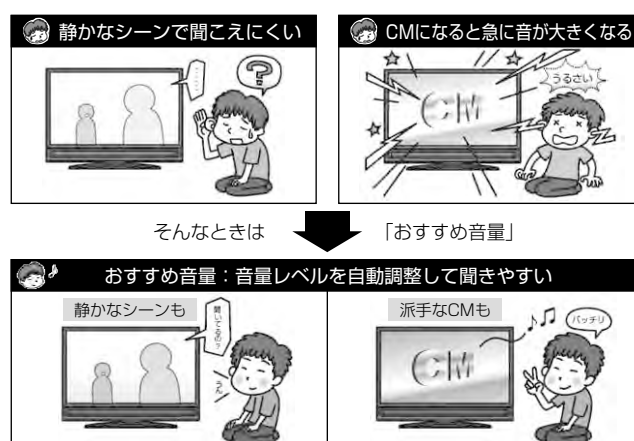


図2. おすすめ音量の使用イメージ

載する“おすすめ音量”となる。

デジタルソフトトーンまでは瞬間的に音が大きくなる場合にのみ音量を下げる制御を行っていたが、“おすすめ音量”では番組(コンテンツ)全体の“音量感”が常に一定の範囲となるように音量を自動調整する。

図2のイラスト右側にあるように急に大きくなる音を抑えるのはもちろん、左側のように静かなシーンでは聞き取り難くならないように音量を上げるように働く。音量の変化が大きくなったのは、音声のダイナミックレンジ(最大音量と最小音量の幅)が広いデジタル放送になったことや、ブルーレイディスクやDVDなどのソースが登場したことによる。また、“音量感”を常に一定の範囲に保つということは、例えば、バラエティ番組を放送で見た後に外部入力のブルーレイディスクの映画に切り換えたらダイナミックレンジの違いから音が聞こえにくくなったということも解消されるということである。一度好みの音量に調整すれば、“おすすめ音量”によってコマーシャルになっても番組が変わってもチャンネルや入力を切り換えても音量変化を余り気にかけなくてよい。周囲が静かな夜を想定した音量控えめなナイトモードも選択できる。

2.3 視聴者設定と使う人切換え

今、見ている人に最適な画質、音質に切り換える機能が視聴者設定で、標準、ジュニア、シニアの3モードがある。ジュニアモードでは明るさセンサで暗い環境で見ていることを察知すると画面の明るさをしっかり抑え感度が良い子供の目への負担を抑える。

この機能によって2010年第4回キッズデザイン賞を受賞した。キッズデザイン賞(<http://www.kidsdesignaward.jp/>)とは、子供たちの安全・安心に貢献するデザイン、創造性と未来を拓(ひら)くデザイン、そして子供たちを産み育てやすいデザインを顕彰する制度である。その中の子供たちの安全・安心に貢献するユニバーサルセイフティ部門で受賞した。

視聴者設定を含めて、使う人ごとに異なるその人に適し

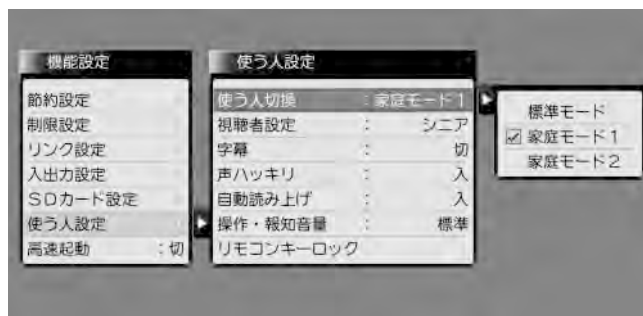


図3. 使う人切替の内容設定画面（使う人設定）

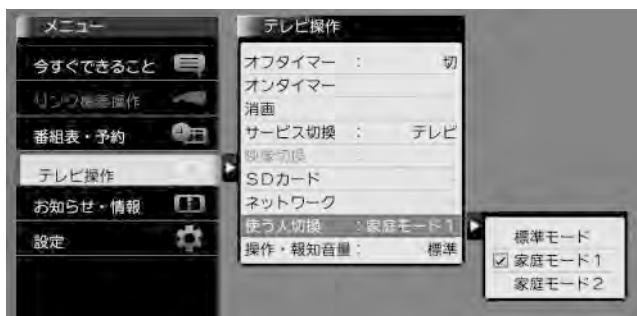


図4. 使う人切替のモード切替手順

た設定を3モードより選択することで一度に行うのが“使う人切替”である。

使う人切替で設定できるのは、MLW／ML／LBシリーズでは“字幕”と“自動読み上げ”が増え図3の6項目となった。

3モードの工場設定は、家庭モード1が“視聴者設定”を“シニア”“声ははっきり”と“自動読み上げ”を“入”にしてシニア向けに、家庭モード2が“視聴者設定”を“ジュニア”“操作・報知音”を“切”子供向けを想定したセッティングとなっているが、図3の画面でそれぞれの設定値を変えるだけで容易にプリセット変更が行える。

使う人切替のモードを選ぶのも、メニューから図4のように行える。

使用シーンとしては、朝は標準モード、昼はテレビを見て過ごすことの多いシニアのために家庭モード1へ、夕方から夜にかけては子供たちがテレビを使うので家庭モード2へ、夜は大人たちが使うので標準に戻す、といった使い方になる。また、障害のある人が家族に気兼ねなく自分にあった設定にすることができる。

使う人設定の設定項目の一番下の“リモコンキーロック”という機能は、リモコン上の放送波切替やメニューボタンを無効にできる機能である。普段地デジしか見ていない人が間違えてBSやCSボタンを押してしまい、普段見ているチャンネルボタンを押しても全く知らない番組ばかりが出て混乱したり、メニューを間違えて押して思わぬ設定を変えてしまうということを防止する機能である。だれもが安心して使えるように配慮したUD機能である。

2.4 カラーユニバーサル

番組表は、番組のジャンル別に色を決め画面上で検索しやすいようにしているが、色弱など色の違いが判別しにくい人でも使いやすいように配慮している。

データ放送画面などで使用するリモコンの4色ボタンについても色名を表示するだけでなく、判別がしやすいように色の表示面積を大きくし、更に色の違いがわかりやすい色を選んで使用している。

これらは、カラーユニバーサルデザイン機構(CUDO：[http:// www.cudo.jp/](http://www.cudo.jp/))から、認証を受けている。

本体のLED表示についても、MLW／ML／LBシリーズでは使用していないが、判別し難い緑と橙(だいだい)を一つのLEDで切り換えて表示する場合は、色だけに頼らず片方に点滅を加えて視認できるように配慮を加えている。

2.5 ユニバーサルリモコン

よく使う数字ボタンの文字を大きく、コントラストもしっかりつけて十分な明るさのないときでも視認性をよくしており、フォントは視認性が悪いときに紛らわしくなる文字(3, 5, 8, 9)の判別がしやすいユニバーサルフォントを採用した。さらに、機能を考慮したゾーニング(操作の内容に共通性が高いボタンを集めて配置)で操作をわかりやすくスムーズにしている。

手に馴染む幅、厚み、軽さも使いやすさにつながっている。

3. む す び

らく楽アシストとしてUD機能を述べる機会が増えたが、以前より当社のテレビは、だれにも使いやすいことを画質、音質と並ぶ基本性能として設計してきた。ただ近年は、だれに使いやすいのか具体性をより強く持ち設計するようになったと言える。

ユニバーサルデザインというものが、だれかの使いやすさを考えたら実はだれもが使いやすいかという視点に立つものである、その考え方により沿った設計姿勢になってきたとも言える。

テレビは、AV機器という趣味として凝ることのできる製品ではあるが、かつて“三種の神器”と言われ家電品の最たるものであったし、やはり今も家庭の中でなくてはならない生活用品であることは変わらない。それだけにデジタル化やネットワーク化が進んで新しい高度な技術や機能、サービスが適用されていったとしてもだれかが使えない機器にしてはならない。

新しい概念が導入されるたび、わからなくなる、使えなくなるという不安をユーザーが抱くことのないよう、だれもが楽しく製品を使ってもらえることを目指し、これからも努めていきたい。

BD・HDD内蔵液晶テレビのUIデザイン開発

岡田麻美*
石塚健彦*
佐藤 聡*

User Interface Design of LCD TV with BD & HDD Recorder

Asami Okada, Takehiko Ishizuka, So Satoh

要 旨

地上アナログ放送終了を目前にし、1台でデジタル化に対応できる「録画テレビ」に注目が集まっている。BD (Blu-ray Disc^(注1))又はHDD(Hard Disk Drive)のどちらか一方のみを搭載した録画テレビが先行する中、三菱電機は2009年10月にBDとHDDの両方を搭載した世界初^(注2)のオールインワン録画テレビを発売した。また、2010年10月には、3D対応の録画テレビを発売した。

録画テレビの大きなメリットとして、配線が少なく済むこと、一つのリモコンでテレビとレコーダの操作ができることが挙げられる。また、ディスクへのダビングやBDコンテンツの再生もこれ1台で可能である。一方で、録画テレビは多機能であるがゆえに、BDレコーダ機能をそのままテレビに移植しただけでは、操作が複雑になってしまうという課題があった。

本稿では、録画テレビの使い勝手向上を目的としたUI (User Interface)デザイン開発について述べる。従来のBDレコーダ機種では、録画一覧を表示する際に、BD/HDDのどちらの録画一覧を表示するかを、リモコンのボタンで切り換える必要があり、操作方法が複雑になっていた。そこで、ユーザーの意図を優先した操作体系にし、機器が自動的に切り換えることで、メディア切り換えの操作をなくした。また、“予約する”“見る”の操作に加え、“残す”のダビング操作を簡単化した。“ディスクの初期化フォーマットの選択”という難しい操作を省略し、ダビングしたい番組を選択した後に、それに応じた初期化フォーマットとダビングモードをお勧めすることで、ダビング操作をスムーズにした。これらの工夫によって、初心者を受け入れられやすい簡単操作の録画テレビUIを実現した。

(注1) Blu-ray Discは、Blu-ray Disc Associationの登録商標である。

(注2) 2009年8月19日時点、民生用液晶テレビにおいて



録画テレビ“MDR1シリーズ”の“予約する”“見る”“残す”の操作

リモコンの“予約する”ボタンで、番組表を表示する。“見る”ボタンで録画一覧を表示する。“見る”ボタン押下時にディスクが挿入されているときは、選択画面を表示する。“残す”操作では、未フォーマットのディスクを挿入すると、ダビング操作へ誘導する選択画面を表示する。

1. ま え が き

2011年7月の地上アナログ放送終了を目前にし、1台でデジタル化に対応できる“録画テレビ”に注目が集まっている。市場でBDドライブ又はHDDのどちらか一方のみを搭載した録画テレビが先行する中、当社は2009年10月にBDとHDDの両方を搭載した世界初のオールインワン録画テレビ“BHR300シリーズ”を発売した。また、2010年10月には、3D対応の録画テレビ“MDR1シリーズ”を発売した。

録画テレビのメリットとして、配線が少なく済むこと、一つのリモコンでレコーダ機能の操作も可能であることが挙げられる。一方で、録画テレビは多機能であるがゆえに、BDレコーダをそのままテレビに移植しただけでは、操作が複雑になってしまうという課題があった。

本稿では、この課題を解決した簡単操作の録画テレビUIデザイン開発について、“MDR1シリーズ”を事例として述べる。

2. 録画テレビのメリットとターゲット

2.1 省配線・簡単設置

テレビとレコーダを組み合わせて使用する場合、接続方法が複数あり、初心者には大変分かりにくい。既存製品のユーザビリティ評価で、配線作業に間違いが生じやすく、完了までの時間がかかることが分かった。録画テレビは、アンテナ線と電源ケーブルさえ接続すれば、簡単に設置を完了することができる。

2.2 “録る”“見る”“残す”が1台で可能

BDとHDDを両方搭載した録画テレビは、録画した番組だけでなくBDやDVDを再生することも可能である。また、残したい番組をディスクにダビングすることもできる。これらの操作が1台で完結するため、入力切り換え操作の必要がなく、接続機器の構成を意識する必要がない。

2.3 ターゲット“初心者ユーザー”

録画テレビが持つこれらのメリットを生かし、ターゲットユーザーを、レコーダ機器を使用したことのない初心者ユーザーや従来機器の複雑な操作に苦手意識を持つユーザーとし、操作性向上を行った。初心者ユーザーに向けて使いやすくするには、これらのメリットを、ただそれだけのメリットとしてではなく、複雑さを排除した簡単操作のメリットに変換し洗練する必要があった。

3. ハードウェアデザインの特長

3.1 前面ディスクトレイ

当社の録画テレビは、前面ディスクトレイ方式を採用している。これによって、ディスクの表裏を間違えることなく、ディスクの記録面に触らずに出し入れしやすいという利点がある。また、側面からのスロットインタイプの場合

は、ディスク出し入れのスペースとして壁とのスペースを確保する必要があるが、前面ディスクトレイの場合は設置場所を選ばない。例えば、壁面収納のAV(Audio Visual)ラックにテレビを設置する場合も、ぴったりと収めることができる。

3.2 基本操作が分かりやすいリモコン

録画テレビでは、テレビとレコーダの操作が一つのリモコンでできることが、大きなメリットである。MDR1シリーズでは当社BDレコーダリモコンで実現した大型の“予約する”“見る”のボタンのキーレイアウトを生かし、どこから操作し始めれば良いかを分かりやすくしている(図1)。

4. 操作フロー改善とGUIデザイン

4.1 レコーダ機能操作の課題と解決

4.1.1 課題：メディア切り換え操作

従来のBDレコーダでは、リモコンにメディア切り換えボタン(図2)があり、目的の操作をするには“現在のメディアモードは何か”を意識し、“ディスクモード”“HDDモード”等を切り換える必要があった。例えば、HDDに録画した番組を見ようとして、録画一覧ボタンを押しても、“ディスクモード”になっている場合は、ディスクの録画番組一覧が表示されてしまう。逆に、ディスクのコンテンツを再生したいと思ってリモコンの再生ボタンを押しても、“HDDモード”になっているとHDD内の録画番組を再生してしまう。録画テレビのターゲットユーザーは、簡単に操



図1. 当社BDレコーダ“DVR-BZ130”のリモコン(左)と録画テレビMDR1シリーズのリモコン(右)



図2. 従来のBDレコーダのメディア切り換えボタン

作したいというニーズが高く、このメディア切り換えの煩わしい操作をなくすべきであった。

4.1.2 解決：ユーザー意図の優先

そこで、メディア切り換え操作を排除し、ユーザーの意図である“やりたいこと”を優先する操作フローを構築することによって簡単操作を実現した。次に具体的な3点を示す。

第1に、録画済みディスクを挿入したときは、自動的にディスクの再生を開始する。これはディスクを挿入する行為の元に、“ディスクを再生したい”というユーザーの意図があるからである。

第2に、“見る”ボタンを押した際に、ディスクが入っていない場合は、すぐにHDDの録画一覧を表示する。

第3に、“見る”ボタンを押した際に、ディスクが入っている場合は、“録画した番組を見る”“ブルーレイ/DVDを見る”の選択画面を表示し、操作を誘導する。画面上に選択ボタンを大きく表示し、大型アイコンを表示することで、操作に迷わない画面とした(図3)。

4.2 ダビング操作の簡単化

4.2.1 課題：フォーマットとダビングモードの選択

初心者ユーザーは“ダビング操作は難しい”というイメージを持っている。また、実際の操作では“ディスクフォーマット”や“ダビングモード”を状況に合わせて選択する必要がある、この点が操作を複雑化する大きな要因になっていた。従来機種では、ダビングをしようとして空のディスクを挿入すると、まずフォーマットをする必要がある。DVDの場合は、フォーマット方式に、“VR”“Video”“AVCREC”という複数の形式があり、選択を間違えた場合、ダビングしたい番組が記録できない場合がある。フォーマット方式を選択する際に、各方式の解説文があるが、専門用語が多く、初心者にとって大変分りにくかった。

また、ダビングモードについても、“1枚のディスクに収めるには、どのモードを選択すれば良いのか”“フォーマットの種類によって、どのモードを選択すれば良いのか”“高速でダビングするには、どのモードを選択すれば良いのか”ということは、じっくり取扱説明書を読まなければ

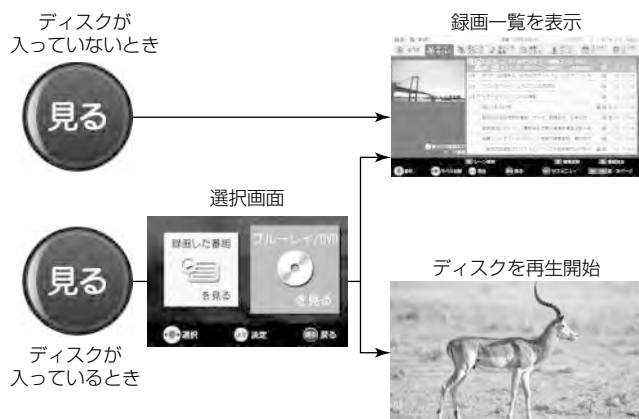


図3. “見る”ボタン押下時の操作

分からなかった。

4.2.2 解決：ダビングしたい番組に合わせた推薦

MDR1シリーズでは、空のディスクを挿入した際には、ダビング操作へ誘導する選択画面を表示する。そして、先にダビングしたい番組を選択すると、お勧めのフォーマット方式とお勧めのダビングモードを機器が判断して表示する(図4)。これによって、ユーザーがフォーマット方式を間違えて、番組を記録できなくなることがなくなった。また、お勧めのまま確定すれば、ディスクに番組が収まるようにした。収まらないときには、番組数を減らすことを勧めるダイアログを表示する。初心者は素直に進めばダビングがスムーズに完了でき、使い慣れたユーザーは、自分で好みのモードに変更することもできる。

4.3 操作画面レイアウトの改善

4.3.1 カラーキー割当ての統一とガイド行表示の充実

録画一覧や予約一覧等の各画面の下部に表示されるリモコンキーガイド表示は、操作のヒントとなる重要な表示である。この部分を充実化するため、従来機種より領域を拡大して2行化し、基本操作である上下左右での選択や決定、戻るボタンの操作ガイドを常に表示するようにした。

また、リモコンにある赤・青・緑・黄のカラーキーは、各画面で機能が変化するファンクションキーである。画面によって各キーに別々の機能が割り振られ、有効な場合と無効な場合がある。MDR1シリーズでは、このカラーキーへの機能割当てのルールを統一した。青は“表示／非表示

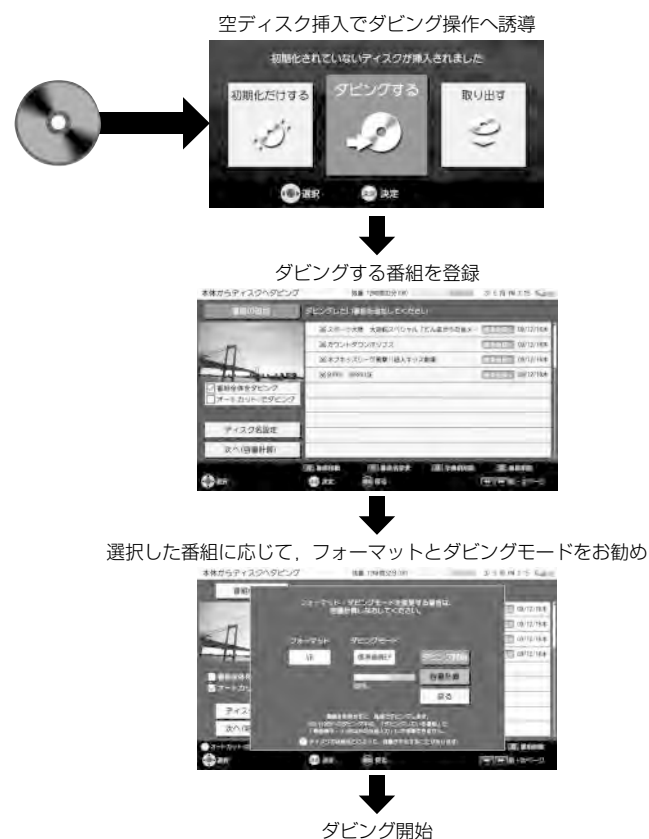


図4. ダビング操作の画面遷移



図 5. ガイド行表示の充実



図 7. 録画一覧のレイアウトの工夫

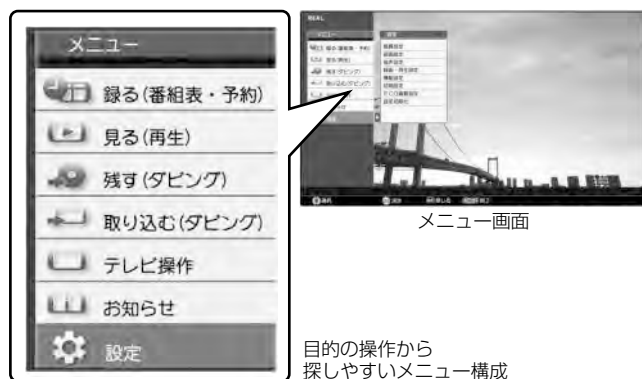


図 6. ユーザーの操作の目的を始点としたメニュー構成



図 8. 予約設定画面の録画モード選択表示

の切換えや開始操作”，緑は“複数選択”，黄色は“削除”，赤は“その他の機能”とした(図5)。各画面での操作の一貫性を確保することは、操作方法の覚えやすさにつながる。

4.3.2 メニューの再構成

日常の操作はリモコンの各ボタンで操作可能だが、すべての機能にアクセス可能な“メニュー”は機能全体を俯瞰(ふかん)することができる重要画面である。MDR1シリーズでは、ユーザーの操作の目的を始点としたメニュー構成としている。“録る”“見る”“残す”“取り込む”という項目を配置し、階層内の目的の操作を探しやすくした(図6)。

4.3.3 録画一覧画面

従来機種の録画一覧は、選択している項目の詳細情報を画面の別の領域に表示していたが、MDR1では選択項目部分を2行表示にし、2行目に詳細情報を表示することで、無駄な視線移動を不要とした。また、アウトラインフォントを採用することで、自由な文字サイズを使用することが可能となり、選択項目の番組タイトルを拡大することで、注目する部分の読みやすさを向上させた。また、画面上部のラベル表示部は、大きいアイコンと文字の組合せによって、機能の分かりやすさを向上させた。MDR1シリーズは、スポーツ番組や音楽番組の見どころのみを再生する“見どころ再生機能”や“CM部分又は番組部分”のみを再生する“オートカットi機能”を搭載しており、ラベルを選択することで、これらの便利機能にアクセスできるようになっている(図7)。

4.3.4 予約設定画面

予約設定画面では、8種類ある録画モードの意味を分かりやすくする必要があった。録画モードには、大きく分けて3種類のモードがあり、放送そのままの画質、ハイビジョンの画素数のまま圧縮した画質と、標準画質と呼ばれる従来の画質がある。各モードには、“DR、AE、XP”等のアルファベット2文字の名称がつけられており初心者にとっては非常に分かりにくい。そこで、モードのレベルを示す目盛りと矢印で目安が分かるようにした(図8)。

5. む す び

BHR300シリーズの開発以来、当社では多機能な録画テレビをいかに簡単な操作で使えるかという点に重点を置いた開発を行ってきた。今後も、3D機能の進化やネットワークサービスによる視聴コンテンツの増加等、新機能が搭載されていくことが予想される。技術が進歩しても、機能が複雑化し、便利に使いこなせないものであっては意味がない。新しい機能・技術を、ユーザーにとって“分かりやすく・使いやすい”UIとして、作り込む努力を続ける必要がある。

参 考 文 献

- (1) 岩淵信顕, ほか: ブルーレイディスクレコーダ用リモコンのデザイン, 三菱電機技報, 83, No.12, 746~749 (2009)

75V型レーザーテレビ

75-in. Laser TV

Muneharu Kuwata, Akihisa Miyata, Takayuki Yanagisawa, Akira Nakamura, Kuniko Kojima

桑田宗晴* 中村 聡†
宮田彰久** 小島邦子††
柳澤隆行***

要 旨

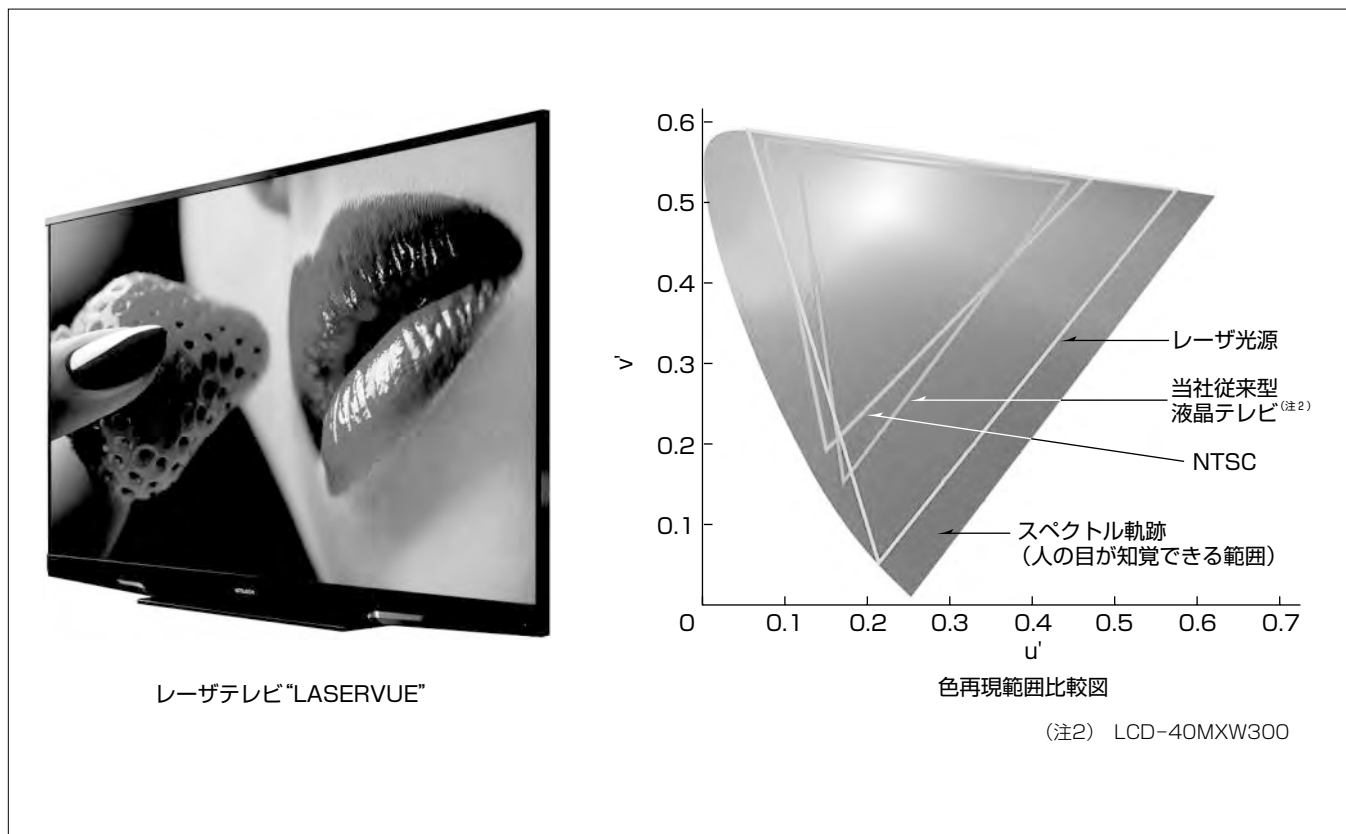
3 原色のレーザーを光源に採用した75V型のレーザーテレビ“LASERVUE(レーザービュー)”を日本国内で製品化した。

レーザーテレビは、従来のプロジェクションテレビに三菱電機独自のレーザー応用技術を適用した、新たなカテゴリーのディスプレイである。色再現性に優れたレーザー光源を採用することによって、当社液晶テレビの約2倍に相当するNTSC(National Television System Committee)比約175%の極めて広い色再現範囲を実現した。映像表示には応答性に優れたDLP®(注1)方式を採用し、クロストークによる画像ぼやけの少ない、安定した高画質の3D映像を表示可能とした。また、発光効率の高いレーザー光源を高速の点灯制御回路で最適駆動することによって光損失を抑制し、37V型の約4倍に近い75V型の大きな画面サイズながら、定格消費電力305Wという低消費電力を達成した。

光源には、高い電気光変換効率と高出力を両立させた自社開発の波長変換型緑色レーザーを採用した。レーザー光源、レーザー駆動電源・制御回路及び伝送光学系を一体化した新規なレーザー光源ユニットによって、高い光利用効率を実現した。また、超広角・短焦点投写が可能な光学エンジンや薄型対応の高剛性フレーム構造を新たに開発することによって、コンパクトな筐体(きょうたい)デザインを可能とした。さらに、レーザー光源で問題となるスペckルノイズは、光の拡散を適切に制御することによって簡易な手法で低減した。

これら独自のレーザー応用技術によって、高画質で大画面ながら低消費電力かつコンパクトデザインという優れた特長を持つレーザーテレビを実現した。

(注1) DLPは、Texas Instruments Corp. の登録商標である。



75V型レーザーテレビ

レーザー光源の採用によって、極めて広い色再現範囲を実現した。また、応答性に優れた表示デバイスの採用によって、高画質な3D映像表示を可能とした。さらに、レーザーを高速で点灯制御することによって消費電力を低減し、高い省エネルギー性能を達成した。

1. ま え が き

近年、映画界で話題の3D映像が注目を集めていることから、今後はブルーレイディスクなどのパッケージコンテンツや3D放送の増加と合わせ、3D市場が拡大すると見込まれている。当社は、2006年2月にレーザー光源を用いた背面投写型の高画質テレビを開発し、2008年夏に大画面の要望が強い米国で高画質・大画面の65V型レーザーテレビを発売した⁽¹⁾。2010年5月には、さらなる大画面の75V型レーザーテレビを投入し、米国市場で好評を得ている。

3D映像の迫力は、高画質・大画面でより一層の臨場感が引き立てられる。今回、色鮮やかな映像を大画面で楽しむ、さらに高画質の3D映像も楽しめる75V型レーザーテレビ“LASERVUE(レーザービュー)”を日本国内で製品化した。

レーザーテレビの概要や特長と、それを実現するためのレーザー光源や光学系に関する要素技術について述べる。

2. レーザテレビの概要

レーザーテレビは、光源にレーザーを用いた背面投写型ディスプレイである。主な仕様を表1に示す。投写型ディスプレイは直視型と比べて大画面化が容易である。その特長を生かし、画面サイズは一般的なフラットパネルテレビよりも大型の75V型を実現した。表示デバイスには、 μsec オーダーの高速応答性を持つフルハイビジョン対応のDLPチップを採用した。光源にはRGB(Red Green Blue)の3原色すべてにレーザーを採用した。

図1に、レーザーテレビの構成を示す。RGBのレーザー光は伝送光学系によってロッドインテグレータに入射され、その内部で多重反射を受けることによって空間強度分布が均一化される。その結果、ロッドインテグレータの出射面には輝度分布が均一な矩形(くけい)の2次光源が形成され、これを照明光学系によって表示デバイス上に転写する。表示デバイスに照明された光は映像信号に基づいて空間光変調を受け、この変調光が投写光学系で拡大されて透過型スクリーン上に映像として表示される。

表1. レーザテレビの主な仕様

表示方式	背面投写型
画面サイズ	75V型
画面アスペクト比	16:9
表示デバイス	0.65" DLPチップ
画素数	1920×1080
光源	RGBレーザー光源
色再現範囲(CIE ^(注3) 1976 UCS 色度座標)	NTSC比175%
明るさ	800lm(全白画面時)
消費電力	305W(モニタ部270W)
外形寸法(W×H×D)	1,691×1,064×384(mm)
質量	76.4kg(モニタ部71.0kg)

(注3) 国際照明委員会

1つの表示デバイスを用いる単板式であるため、RGBの単色映像を時分割で順次表示するフィールドシーケンシャル方式によってカラー映像を生成する。光源制御回路は、信号処理回路からレーザーの点灯タイミング信号を受け取り、この信号に基づいて各レーザーを駆動する。

3. レーザテレビの特長

3.1 広色再現範囲

光の3原色であるRGBの3色すべてに、波長純度が高く色再現性に優れたレーザー光源を採用することによって、当社液晶テレビの約2倍に相当するNTSC比約175%の広い色再現範囲を実現した(図2)。従来のテレビでは表現できなかった色彩を再現することができ、色鮮やかな映像を迫力ある75V型の大画面に表示可能とした。

なお、レーザーテレビはJIS C 6802“レーザー製品の安全基準”のクラス1を満たしている。テレビ内部への不正なアクセスや不測の事態を想定して、複数のインターロック(安全機構)を採用するなど、安全性に配慮している。

3.2 高画質3D表示

当社では、2007年に米国市場で3D対応のプロジェクシ

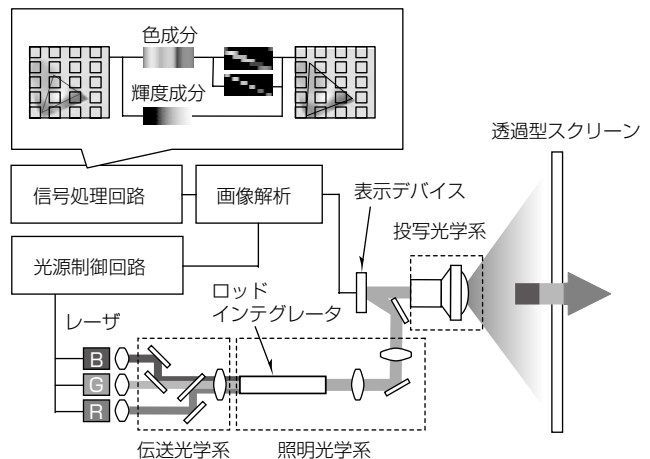


図1. レーザテレビの構成

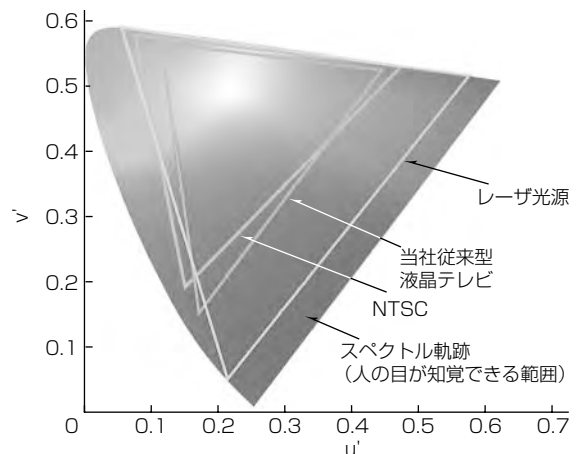


図2. 色再現範囲比較図

ヨンテレビを導入して以来、3D表示に関しては65V型レーザーテレビやフロントプロジェクタ等へのラインアップ拡充や大画面化への対応を進めてきた。そして今回、3D対応のレーザーテレビを国内に導入した。交互に表示される左眼用の映像と右眼用の映像を専用のアクティブシャッター方式の3Dメガネを通して見ることによって、3D映像が視認できる。映像表示の応答性に優れたDLP方式を採用し、左眼用の映像と右眼用の映像を交互に高速表示することによって、クロストークによる画像ぼやけの少ない、安定した高画質の3D映像を表示することが可能である。特に、75V型の大画面によって、臨場感あふれる迫力の3D映像を提供できる。

3.3 低消費電力

一般に、投写型ディスプレイでは、ほかのフラットパネルディスプレイよりも消費電力が低いとされている。しかし、フィールドシーケンシャル方式で従来の白色ランプを光源とした場合には、回転カラーホイールによって2/3の光が吸収され損失が大きいの。これに対し、レーザーテレビでは、発光効率の高いレーザー光源を高速の点灯制御回路で駆動する。映像表示に必要なタイミングでのみレーザーを点灯することによって、白色光源時のような光損失の発生をなくし、消費電力を最小限に抑えた。37V型の約4倍に近い75V型の大画面サイズながら定格消費電力は305Wであり、極めて高い省エネルギー性能を実現した。

4. レーザテレビの要素技術

4.1 レーザ光源

青色及び赤色については、高出力の半導体レーザーを採用した。一方、緑色については、大画面ディスプレイに使用可能な直接発光の高出力半導体レーザーが実用段階になく、現時点では波長変換技術を用いた方式が主流である。今回採用した自社開発の緑色レーザーを図3に示す⁽²⁾。近赤外の半導体レーザーによって1,064nmの固体レーザーを励起し、固体レーザーの光を波長変換して緑色光を得ている。各レーザー

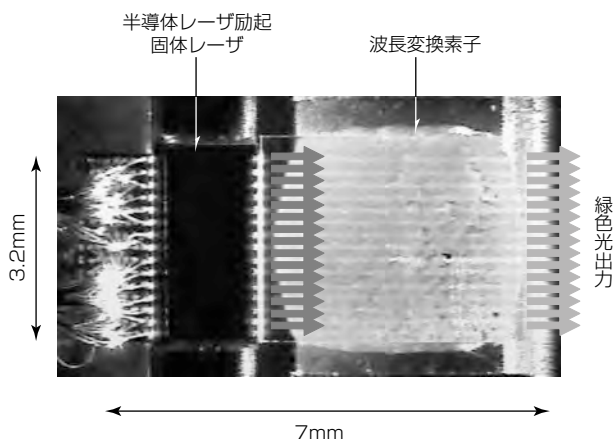


図3. 緑色レーザー

の波長は、青色が447nm、緑色が532nm、赤色が641nmである。ピーク出力は、青色が9.1W、緑色が4.9W、赤色が5.9Wであり、白色画面で所望の色温度が得られるように設定した。

4.2 レーザ光源ユニット

RGBのレーザーモジュールとレーザー駆動電源・制御回路及び伝送光学系を一体化したレーザー光源ユニットを新たに開発した。図4にその外観を示す。各レーザー光はコリメートレンズ系によって平行光化された後、ダイクロイックミラーによって順次合成される。合成されたレーザー光は、コンデンサレンズによって集光された上で射出口より取り出され、後述の光学エンジンに導かれる。レーザー光は色によって空間・角度強度分布特性がそれぞれ異なるため、コリメートレンズ系は、各色の配光分布特性に最適化した独自の構成を採用している。

4.3 光学エンジン

今回新規に開発した光学エンジンを図5に示す。光学エンジンには、照明光学系と表示デバイス及び投写光学系を搭載している。投写光学系は、図6に示すように、投写レ

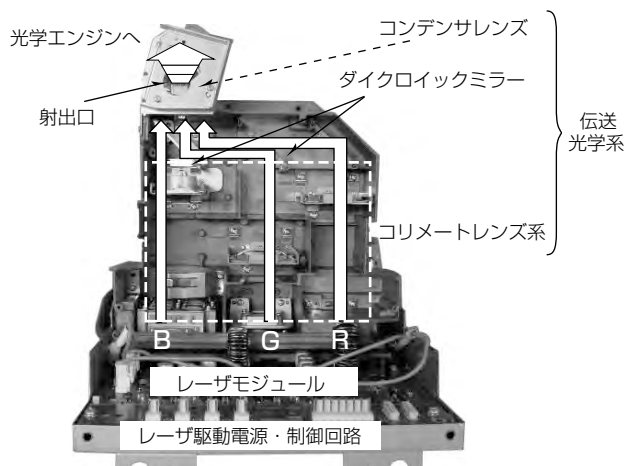


図4. レーザ光源ユニット

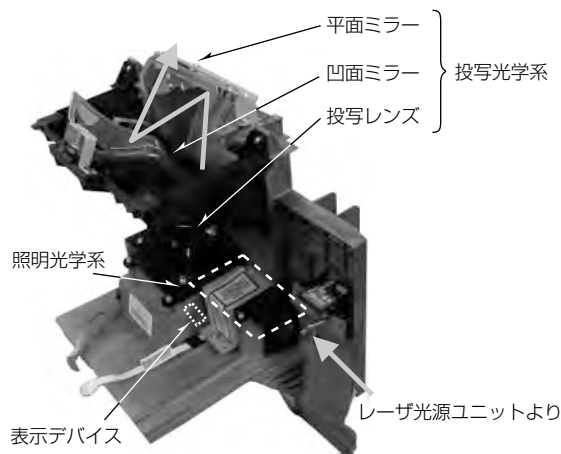


図5. 光学エンジン

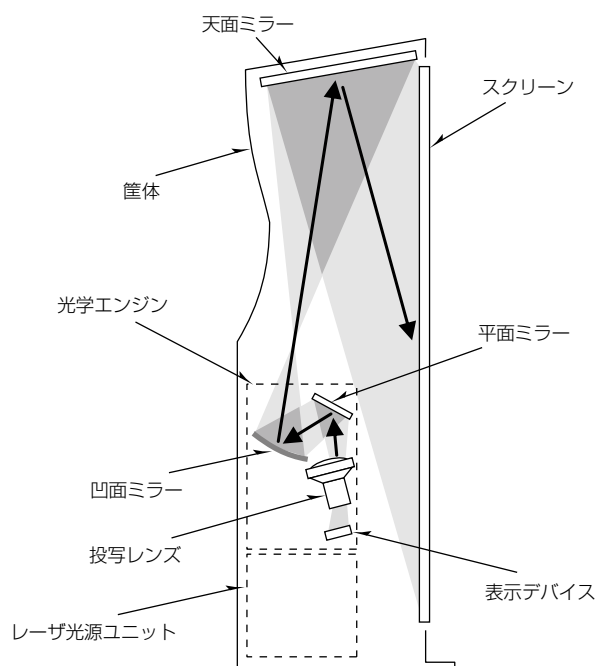


図6. 投写光学系の構成

レンズと凹面ミラー及び平面ミラーで構成される。投写レンズ及び凹面ミラーによって表示デバイスを拡大し、天面ミラーを介してスクリーン上に結像させる。映像をスクリーンの斜め上方から投影することによって、画面下の袴(はかま)高さを極めて小さくすることができた。また、投写画角を全角160度まで広角化して投写距離を短縮することによって、当社の52V型液晶テレビのスタンドを含めた奥行きとほぼ同等の奥行きを実現した。光路配置を最適化することで光学エンジンのボリュームを最小化し、薄型かつ袴高さの小さいコンパクトな筐体デザインが可能となった。映像の投写に寄与する光学エンジンと天面ミラー及びスクリーンは、外力に対する影響を受けにくい構成からなる一体のフレームで結合されている。新たに開発したこの高剛性フレーム構造は、簡素な構成でありながら、広角投写における映像の位置ずれを最小限に抑えることができる。

4.4 スペックルノイズ低減

レーザーを光源とする投写型ディスプレイを実現する上で大きな問題となるのが、レーザー光の干渉性に起因するスペックルノイズである⁽³⁾。レーザー光がスクリーンのような粗面に照射されると、その散乱光が互いの位相差に応じて干渉を起こし、これがスクリーン上にランダムな斑点(はんてん)状の画像ノイズとして現れ、画質劣化の原因となる。スペックルノイズを低減する方法として、スクリーンを揺動する方法⁽⁴⁾、レーザーの波長幅を広げる方法、光源を複数

用いる方法、偏光多重化による方法⁽⁵⁾、回転レンズアレイ⁽⁶⁾や揺動拡散板⁽⁷⁾を用いる方法等が提案されている。当社が2008年に発売した機種では、スクリーンを揺動する方法を採用していた。今回のレーザーテレビでは、マイクロレンズアレイ型の回転拡散板によって照明光を所定の角度範囲内に効率良く分布させるとともに、スクリーンの拡散層の構成を最適化することで光の拡散を適切に制御した。この手法によって、レーザー光の干渉性を低減しつつスペックルパターンを時間平均化でき、より簡便にスペックルノイズを許容レベルまで低減することに成功した。

5. む す び

3 原色のレーザーを光源に採用した75V型のレーザーテレビを日本国内で製品化した。レーザー光源とその駆動電源・制御回路、レーザー光源に対応した光学系及びフレーム構造などを新たに開発することによって、大画面・高画質で低消費電力かつコンパクトなデザインを実現した。これらの優れた特長を持つレーザーテレビは、家庭用テレビのほか、デジタルサイネージやアミューズメント向けなどの業務用途にも適用が可能である。

参 考 文 献

- (1) M. Kuwata, et al.: A 65-in. slim (255-mm depth) laser TV with wide-angle projection optical system, Journal of the SID, **17**, No.11, 875~882 (2009)
- (2) Y. Hirano, et al.: Planar-Waveguide Green Laser for Laser TV, SID'08 Digest, 972~974 (2008)
- (3) Joseph W. Goodman: Speckle Phenomena in Optics, Roberts & Company, 203 (2006)
- (4) S. Okagaki, et al.: Development of Moving Screen System for Laser TV, IDW'09 Digest, 1353~1356 (2009)
- (5) 菊池啓記: レーザープロジェクター用光変調素子一回折型光変調素子を中心として一, 光学, **35**, 301~306 (2006)
- (6) H. Furuya, et al.: Low Electric Consumption 3.6W Green SHG Laser Light Source Applicable to Laser Projection Systems, SID'07 Digest, 911~914 (2007)
- (7) K. Kasazumi, et al.: A Practical Laser Projector with New Illumination Optics for Speckle Noise, Japanese Journal of Applied Physics, **43**, No.8B, 5904~5906 (2004)

超解像技術

山中 聡*
守谷正太郎*

Super Resolution Technology

Satoshi Yamanaka, Shotaro Moriya

要 旨

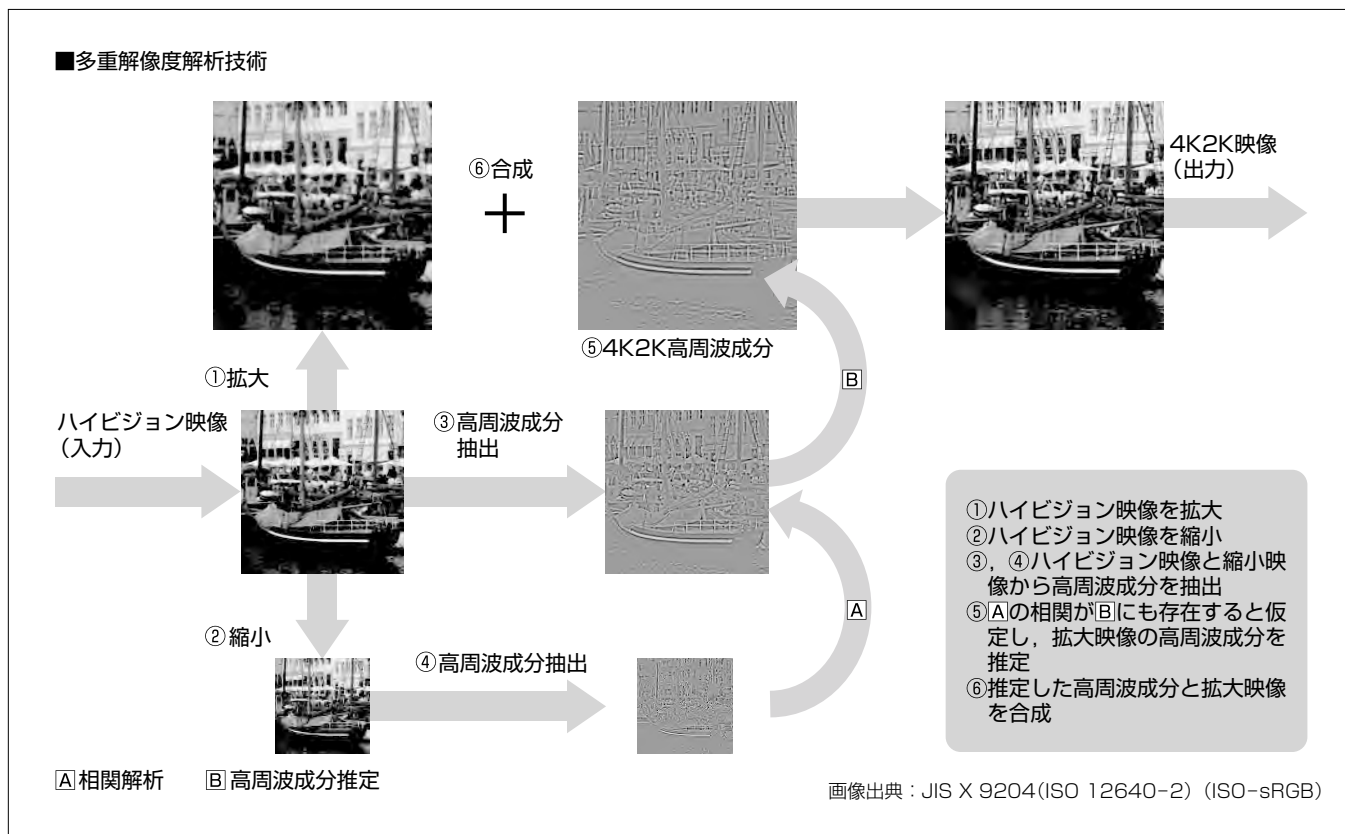
高画質化・大型化が進むテレビ市場で水平4000画素×垂直2000画素の解像度がある4K2Kのテレビが次世代テレビとして期待されている。4K2K画質の映像コンテンツがあればその解像感を実感することができるが、ハイビジョン放送やブルーレイなどのHDTV(High Definition Television)画質の映像コンテンツを拡大して4K2Kのテレビに表示した場合その解像感を十分に生かすことはできない。

4K2Kの解像度を生かす方法として映像を拡大する際に画像処理によって高解像度成分を生成することが考えられる。例えば、複数枚の画像から1枚の高解像度画像を得る超解像⁽¹⁾や、学習データを用いた超解像⁽²⁾を用いることで、HDTV画質の映像のナイキスト周波数を越えた成分を生成し解像度を増すことが可能である。しかしながらこれらの手法はいくつかの理由によって民生向け製品への搭載に

は不向きである。例えば、複数枚の画像から1枚の高解像度画像を得る手法は反復計算が必要となるため、映像をリアルタイムで表示するテレビなどには不向きである。また、学習データを用いた手法は膨大なデータベースが必要であるためLSI(Large Scale Integration)などの専用ハードウェアに搭載することが困難である。

一方、画像データを特定の周波数帯域を持つ複数の解像度に分割して表現する多重解像度解析を利用した手法は処理内容が単純でありハードウェア化が容易である。複数の解像度間に存在する相関を利用して、1つ上の解像度レベルの画像を推定する。

本稿では、その具体的な方法を説明し、画像シミュレーションによって確認した効果について述べる。



超解像技術のアルゴリズム

ハイビジョン映像を縦横約2倍に拡大して4K2K映像にする場合のアルゴリズムを示す。入力のハイビジョン映像から高周波成分と縮小画像、拡大画像を生成、縮小画像から抽出した高周波成分とハイビジョン映像の高周波成分の相関を利用して、4K2K映像の高周波成分を推定する。推定によって得られた高周波成分を拡大したハイビジョン映像に合成することによって高周波成分を含んだ4K2K映像を生成する。

1. ま え が き

現在、水平1920画素×垂直1080画素の解像度のフルHDのテレビが一般家庭にも広く普及している。高画質化・大型化が進むなか水平4000画素×垂直2000画素の解像度がある4K2Kのテレビが次世代テレビとして期待されている。4K2Kのテレビに現行のハイビジョン放送やブルーレイなどの映像コンテンツを表示する場合、映像を拡大する必要がある。民生向けのLSIやASIC(Application Specific Integrated Circuit)では通常、映像を拡大する際にBicubic法などの線形な画像拡大手法を用いる。しかし、線形な画像拡大手法では入力された映像のナイキスト周波数を超える領域の高周波成分を生成することができず、出力映像はぼやけた感じになる。

本稿では、多重解像度解析の1つであるラプラシアンピラミッドの相関を用いた画像拡大について述べる。2章でこの手法について具体的に説明し、3章で画像シミュレーションによる線形な画像拡大手法との比較結果について述べる。

2. ラプラシアンピラミッドを利用した超解像技術

2.1 多重解像度解析

多重解像度解析は、画像を特定の周波数帯域を持つ複数の解像度の画像に分割する手法である。原画像を高周波成分と低周波成分に分割し、その低周波成分を縮小した画像を原画像として更に高周波成分と低周波成分に分割する。これを繰り返していくことで複数の解像度の画像に分割することができる。多重解像度解析としてウェーブレット変換やラプラシアンピラミッドなどがある。ラプラシアンピラミッドによる多重解像度解析を図1に示す。

任意の画像 G_0 からLPF(Low Pass Filter)を用いて低周

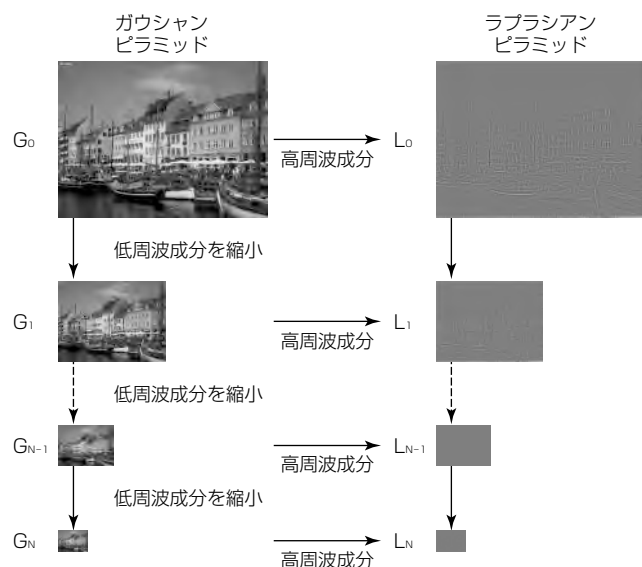


図1. 多重解像度解析

波成分を抽出し、抽出した低周波成分を縮小することで画像 G_1 を得る。画像 G_0 の高周波成分 L_0 は、画像 G_0 から低周波成分を引いて生成する。これをN回繰り返すことでガウシアンピラミッド G_n ($n=0, 1, 2, \dots, N$) 及びラプラシアンピラミッド L_n ($n=0, 1, 2, \dots, N$) が得られる。また、画像 G_N とラプラシアンピラミッド L_n ($n=0, 1, 2, \dots, N$) があれば元の画像 G_0 を復元することができる。

2.2 ラプラシアンピラミッドの相関を利用した画像拡大手法

図1で示したガウシアンピラミッドとラプラシアンピラミッドの相関を利用して画像 G_0 の1つ上の解像度レベルに存在する高解像度画像 G_{-1} を求める方法を図2に示す。

画像 G_{-1} の低周波成分は画像 G_0 を線形な拡大手法を使って拡大したもの(G'_0)と同じである。したがって、画像 G_{-1} の高周波成分 L_{-1} を何らかの方法で高周波成分 L_0 から推定し、画像 G'_0 と合成すれば画像 G_0 の1つ上の解像度レベルに存在する高解像度画像 G_{-1} を求めることができる⁽³⁾。

2.3 高周波成分 L_{-1} の推定

画像 G_n にエッジがあった場合、高周波成分 L_n の対応する位置に符号が変化する点、すなわち、高周波成分 L_n が0レベルと交差する点(以下“ゼロクロス点”という。)が現れる。画像 G_n の解像度レベルが変わってもエッジの位置は変わらないため、ラプラシアンピラミッド間には、複数の解像度レベルにわたってゼロクロス点と同じ位置に現れるという相関がある。また、解像度レベルが高くなるほど、ゼロクロス点近傍でのラプラシアン成分の変化が急峻(きゅうしゅん)になる。画像 G_0 が一次元ステップ信号であった場合を例にして、ガウシアンピラミッドとラプラシアンピラミッドを計算すると図3のようになる。ラプラシアンピラミッドでゼロクロス点と同じ位置に現れ、ゼロクロス点近傍でのラプラシアン成分の変化は、解像度レベルが上がるほど急峻になっていることが確認できる。

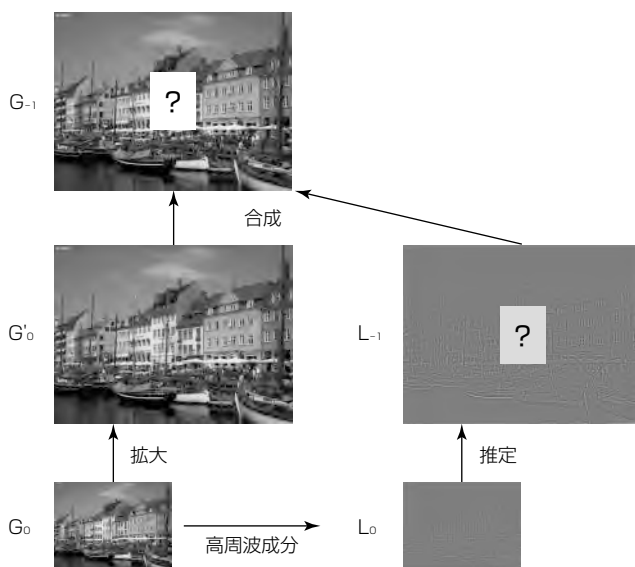


図2. ラプラシアンピラミッドの相関を利用した画像拡大

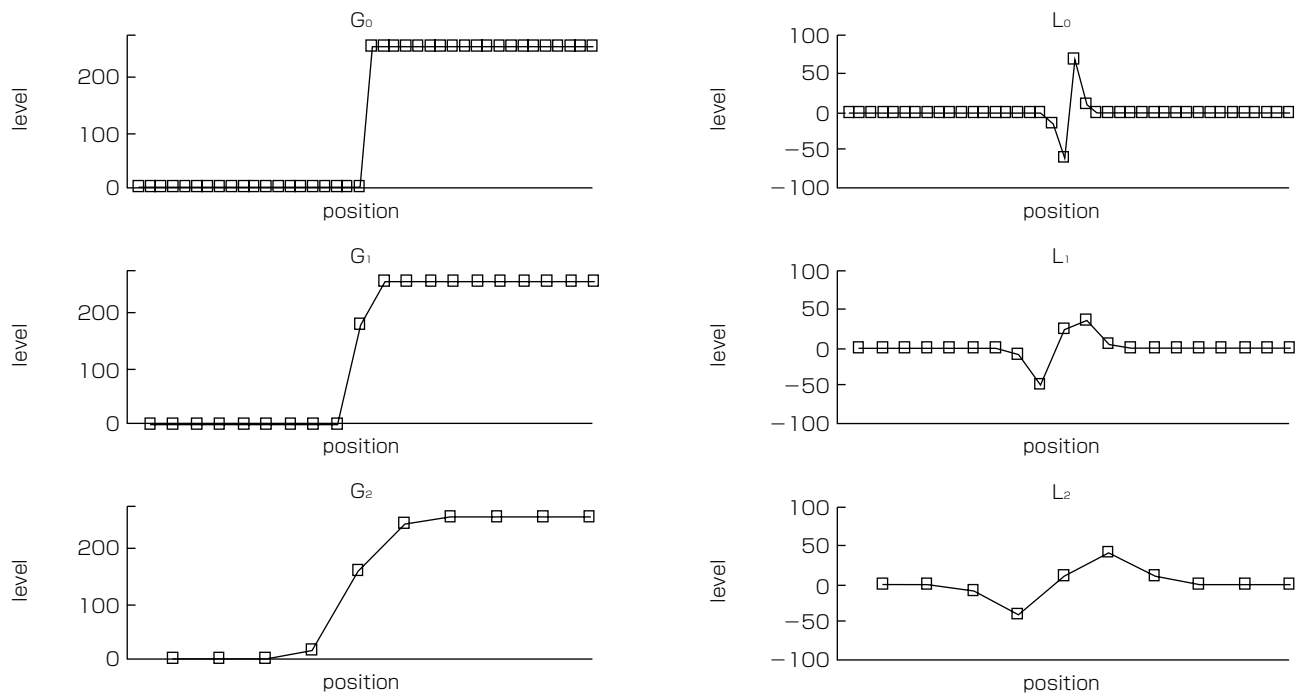


図3. 一次元ステップ信号に対するガウシアンピラミッドとラプラシアンピラミッド

この相関を用いて高周波成分を推定する手法が提案されている⁽³⁾⁽⁴⁾。本稿でもその一手法について述べる。一次元のステップ信号から抽出した高周波成分にこの手法を適用した例を図4に示す。

<step1>

原画 G_0 から高周波成分 L_0 を抽出する。

<step2>

高周波成分 L_0 を拡大し、拡大高周波成分 L'_0 を得る。

<step3>

拡大高周波成分 L'_0 のゼロクロス点前後の画素値に2倍のゲインを掛けて中間高周波成分 L''_0 を得る。

<step4>

中間高周波成分 L''_0 にHPF(High Pass Filter)を掛けて高周波成分 L_{-1} を得る。

これらの処理によって L_0 と同じ位置にゼロクロス点を維持したままゼロクロス点近傍の変化を急峻にした高周波成分 L_{-1} を得ることができる。

3. 画像シミュレーション

画像シミュレーションによって線形な画像拡大手法であるBicubic方式(以下“BC方式”という。)と本稿で説明した方式(以下“今回の方式”という。)の比較を行った。なお、画像シミュレーションには、SCID(the Standard Color Image Data, ISO 12640, JIS X9201-1995)⁽⁵⁾に収録されている画像N5(図5)を用いた。

3.1 解像度チャートによる評価

画像N5の一部を用いた比較結果を図6に示す。左から入力画像、BC方式で2倍に拡大した画像、今回の方式で

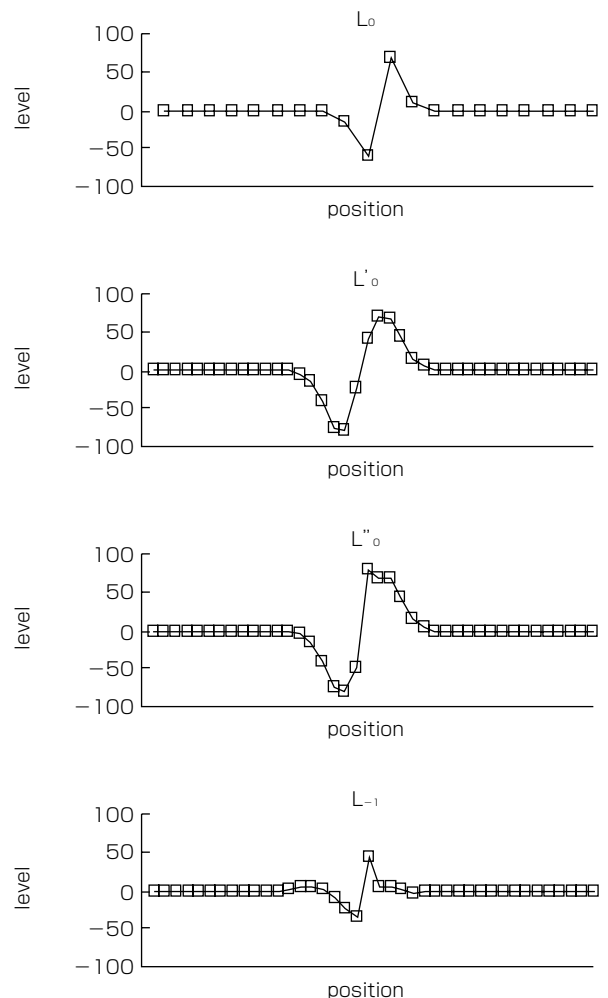


図4. 高周波成分の推定

2倍に拡大した画像である。BC方式より画像の解像感が上がっていることが確認できる。



図 5. 画像N5

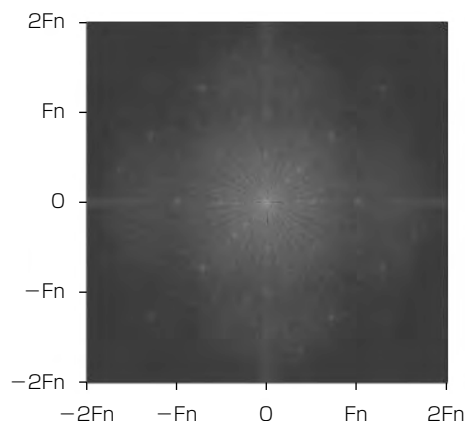


図 7. BC方式による拡大結果の周波数スペクトル強度

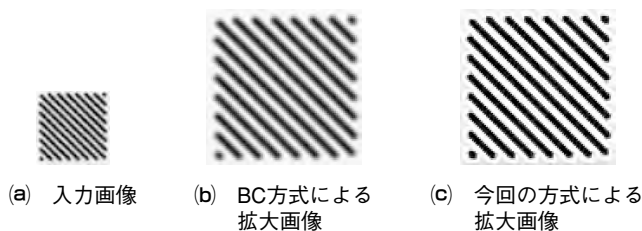


図 6. シミュレーション結果

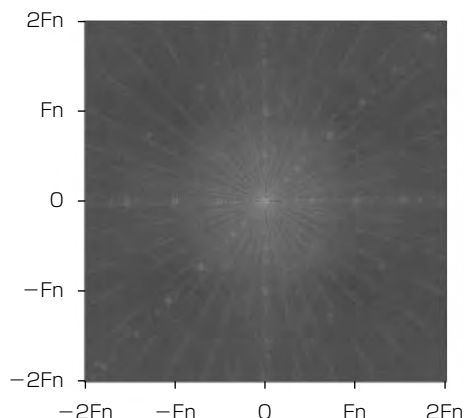


図 8. 今回の方式による拡大結果の周波数スペクトル強度

3.2 周波数スペクトルによる評価

画像N5のBC方式で拡大した画像の周波数スペクトル強度と今回の方式で拡大した画像の周波数スペクトル強度を図7及び図8に示す。横軸は画像の水平方向の周波数、縦軸は垂直方向の周波数である。周波数スペクトルが大きいほど明るく表示している。 F_n は入力画像のナイキスト周波数である。

BC方式で拡大した画像の周波数スペクトル強度には入力画像のナイキスト周波数 F_n 以下の周波数成分しか含まれていない。一方、今回の方式で拡大した画像の周波数スペクトル強度には入力画像のナイキスト周波数 F_n 以上の高周波成分が含まれている。今回の方式の画像拡大によって高解像度画像 G_{-1} の高周波成分 L_{-1} に相当するものが生成されていることが確認できる。

4. む す び

多重解像度解析の1つであるラプラシアンピラミッドを利用して画像を拡大する手法について述べ、画像シミュレーションによってその効果について述べた。今回述べた方式は複雑な計算を用いておらずLSIなどの専用ハードウェアに搭載することが容易であると考え、今後、より多くの製品に適用されるよう検討していく。

参 考 文 献

- (1) S. C. Park, et al.: Super-resolution image reconstruction, a technical overview, IEEE Signal Magazine, **20**, No.3, 21~36 (2003)
- (2) W. T. Freeman, et al.: Learning low-level vision, Int'l J. Computer Vision, **40**, No.1, 25~47 (2000)
- (3) H. Greenspan, et al.: Image enhancement by non-linear extrapolation in frequency space, Proc. SPIE, Image and Video II, **2182**, 2~13 (1994)
- (4) S. Moriya, et al.: Resolution Enhancement Based on Laplacian Pyramid, IEEE Trans. on CONSUMER ELECTRONICS, 1830~1836 (2010)
- (5) Graphic Technology-Press Digital Data Exchange-Standard Colour Image Data(SCID). Japanese Standards Association (1995)

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。

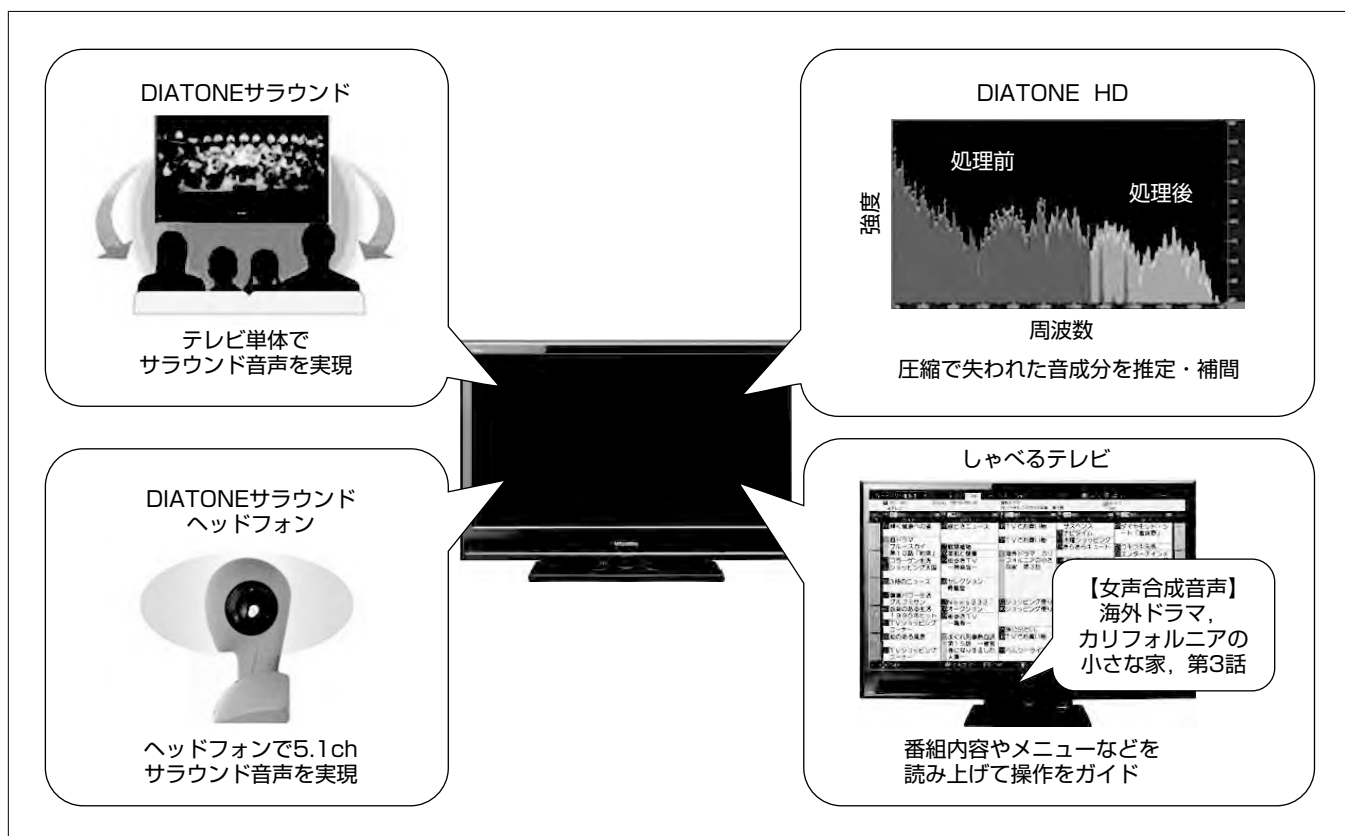
そこで、三菱電機では、高画質に見合った音を再現する音響処理技術の研究開発と、だれもが使いやすいユニバーサルデザインの推進に力を入れている。

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) シャべるテレビ

“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、“シャべるテレビ”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、シャべ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

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

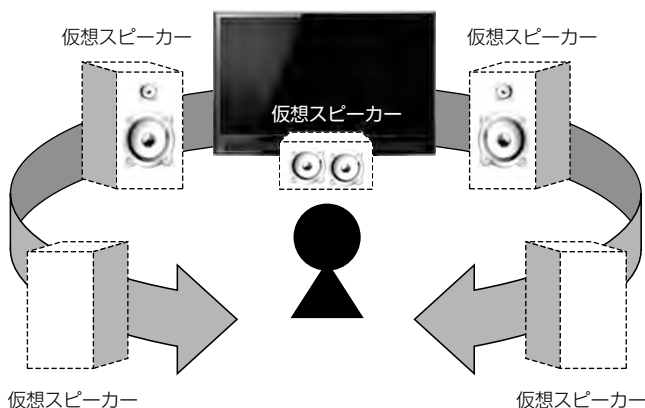


図1. DIATONEサラウンド5.1の効果イメージ

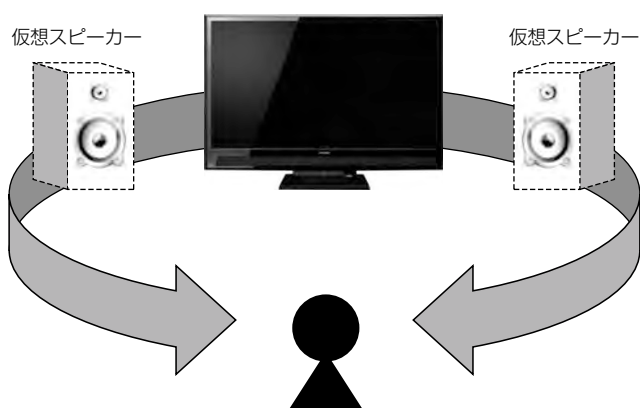


図2. DIATONEサラウンド2.0の効果イメージ

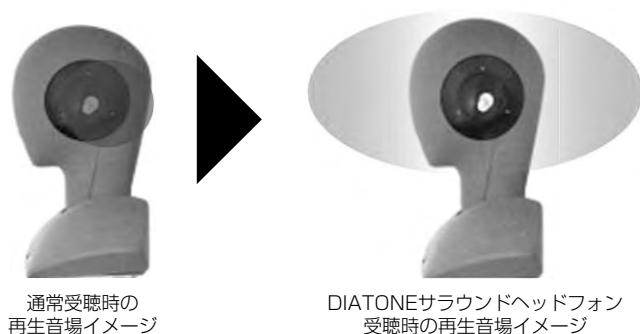


図 3. DIATONEサラウンドヘッドフォンの効果イメージ

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の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

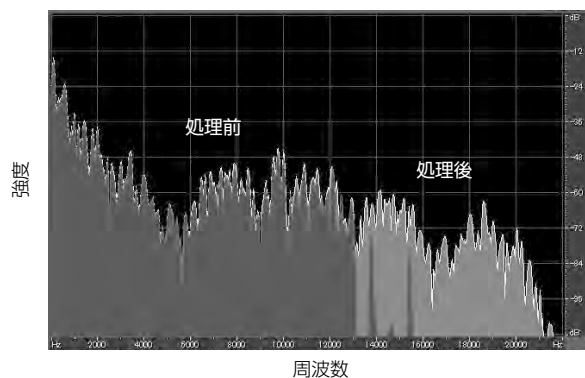


図 4. DIATONE HD処理前後の周波数特性

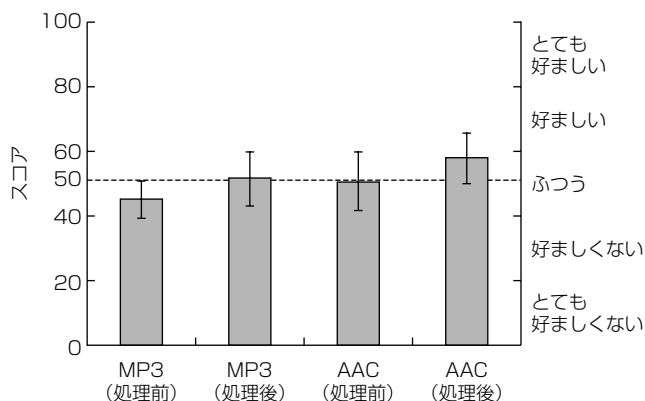


図 5. 主観評価結果

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

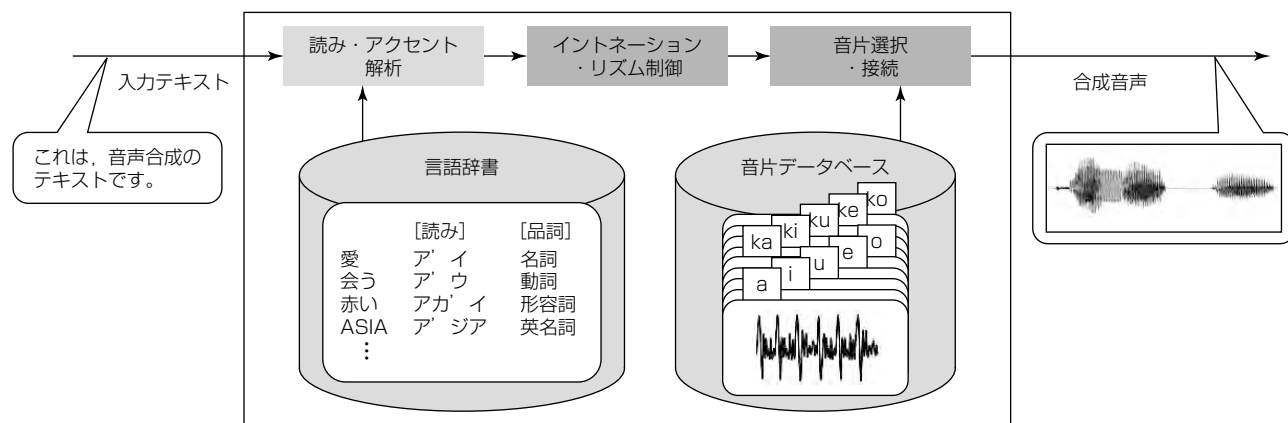


図6. テキスト音声合成方式の構成

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)

液晶テレビ向けネットワーク技術

森田知宏*
三木智子*
上田健介*

Network Technology for LCD- TVs

Chihiro Morita, Satoko Miki, Kensuke Ueda

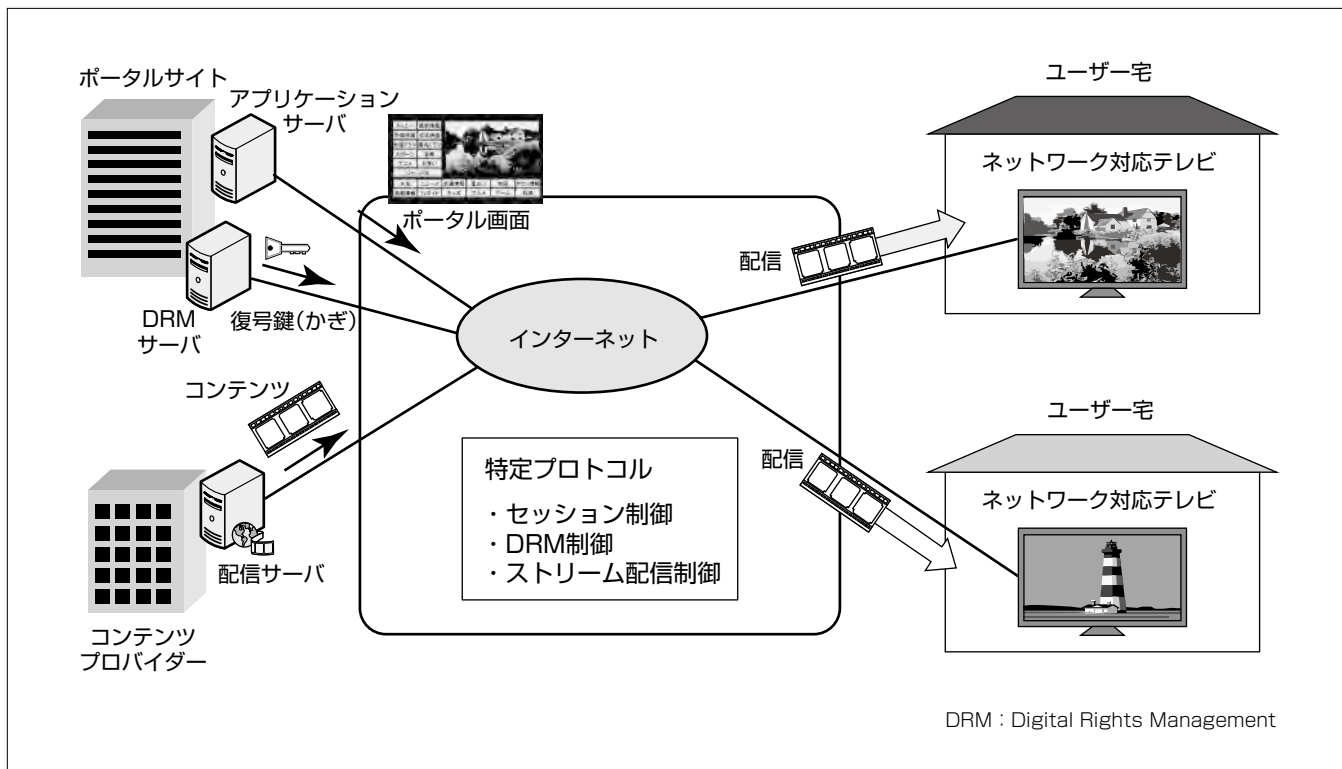
要 旨

ブロードバンドの普及に伴い、従来のパソコンだけでなくテレビをインターネットに接続して、映画などの動画を楽しむことが一般化しつつある。(社)電子情報技術産業協会(JEITA)の統計によると、ストリーミング配信やコンテンツダウンロードによってインターネット経由の動画配信サービスを視聴する機能を搭載したテレビの構成比率が60%を超えている。三菱電機でも2009年にテレビ向け動画配信サービスであるアクトビラ^(注1)の動画視聴機能を液晶テレビに搭載した。液晶テレビにこの機能を搭載するに際しては、限られたメモリを用いて機能を実現するために、ソフトウェアを共通化することが必要である。また、パソコンと比べ演算性能が低い組み込み用マイクロプロセッサで安定的な再生を実現することが課題である。

(注1) アクトビラは、(株)アクトビラの登録商標である。

液晶テレビにネットワーク機能を搭載するにあたり、放送受信機能とネットワーク機能の両方で使用する処理を、映像視聴モジュールとして共通化することでソフトウェアのROM(Read Only Memory)占有サイズを20%削減した。またネットワーク経由で受信したAV(Audio Visual)ストリームデータを受信バッファからデコーダLSI(Large Scale Integration)に転送する際の伝送速度を最適化するバッファリング方式を開発した。この方式によってデータ伝送速度におけるピーク値を55%抑制することで、ネットワーク配信動画再生時のCPU(Central Processing Unit)の負荷を低減した。

本稿では、アクトビラの動画視聴機能を実現するために準拠すべき規格及び開発した技術について述べる。



インターネット動画配信サービスの構成例

インターネット動画配信サービスは、コンテンツプロバイダーが提供するコンテンツを配信サーバから、各ユーザー宅のネットワーク対応テレビに対してインターネット経由で配信する。ユーザーがコンテンツを選択するポータル画面はアプリケーションサーバが、暗号化されたコンテンツを復号化するための鍵はDRMサーバが配付する。配信は特定のプロトコルにしたがって実行される。使用されるプロトコルは、主にテレビと配信サーバを接続するセッション制御、AVストリームを転送するストリーム配信制御、暗号化によってコンテンツを保護するDRM制御から構成される。

1. ま え が き

近年、ブロードバンドの普及が進み、世帯普及率が60%に達している⁽¹⁾。これに伴い、従来のパソコンだけでなくテレビをインターネットに接続して、映画などの動画を楽しむことが一般化しつつある。社電子情報技術産業協会(JEITA)の統計によると、ストリーミング配信やコンテンツダウンロードによってインターネット経由の動画配信サービスを視聴する機能を搭載したテレビの構成比率が60%を超えている⁽²⁾。ネットワーク経由のテレビ向け動画配信サービスの代表的なものとして次世代ネットワーク(Next Generation Network: NGN)を使用したIPTV(Internet Protocol TeleVision)⁽³⁾があり、VOD(Video On Demand)や地上デジタル放送のIP再送信などのサービスが展開されている。一方、通常のインターネット回線を使用するテレビ向け動画配信サービスの主なものとしてアクトビラ⁽⁴⁾がある。アクトビラはポータルサイトでユーザーが好みのコンテンツを選択・購入するサービスであり、ブロードバンド環境が利用可能なユーザーであれば特定のコンテンツプロバイダーと契約することなくVODやダウンロードによってコンテンツを視聴することができる。

当社でも、2009年にテレビ向け動画配信サービスであるアクトビラの動画視聴機能を液晶テレビに搭載した。液晶テレビにインターネットの配信動画の視聴機能を搭載するに際しては、限られたメモリを用いて機能を実現するために、ソフトウェアを共通化することが必要である。また、パソコンと比較して演算性能が低い組み込み用マイクロプロセッサで安定的な再生を実現することが課題である。

本稿では、アクトビラの動画視聴機能を実現するために準拠すべき規格及び開発した技術について述べる。

2. テレビ向けネットワークサービスの規格

2.1 アクトビラの概要

アクトビラは、インターネット接続機能を持つテレビ向けの情報及び動画配信サービスである。

サービスは大別するとニュースや天気予報などの情報配信に限定した“アクトビラベーシック^(注2)”と、情報配信に加えて映像配信にも対応した“アクトビラビデオ^(注2)”の2

表 1. アクトビラサービスの比較

種別	サービス範囲	動画解像度	動画符号化方式
ベーシック	情報配信	—	—
ビデオ	情報配信 動画配信(VOD)	SD	MPEG2
ビデオフル	情報配信 動画配信(VOD)	SD HD	MPEG2 H.264
ダウンロード	動画配信 (ダウンロード)	SD HD	MPEG2 H.264

SD: Standard Definition, HD: High Definition

MPEG2: Moving Picture Experts Group phase2

種類に分けられる。“アクトビラビデオ”はコンテンツの解像度と配信形態によって“ビデオ”“ビデオフル”“ダウンロード”の3種類がある。それぞれのサービスの比較を表1に示す。“ビデオ”及び“ビデオフル”はストリーミングによるVOD形式の動画配信であり、“ダウンロード”はAV機器のHDD(Hard Disk Drive)にダウンロードする形式の動画配信である。“ダウンロード”には、視聴期間に制限がない“セル(Sell)”と、視聴期間が限定される“レンタル(Rental)”がある。このサービス形態はユーザーの意識調査⁽⁵⁾と合っており、今後の拡大が期待される。

アクトビラの規格は、デファクト・スタンダードとなり得るデジタルテレビの通信機能を検討することを目的として設立されたデジタルテレビ情報化研究会が策定した仕様⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾に基づいている。以降で、デジタルテレビ情報化研究会の機能仕様について述べる。

(注2) アクトビラベーシック、アクトビラビデオは、(株)アクトビラの登録商標である。

2.2 デジタルテレビ情報化研究会の機能仕様

2.2.1 システム基本構成

VODによる動画配信サービスを実現するために、デジタルテレビ情報化研究会仕様が規定するシステム基本構成を図1に示す。

システムの構成要素としてサービス提供側にはアプリケーションサーバ、配信サーバ、DRMサーバが、サービス利用者側には端末が含まれる。アプリケーションサーバはサービスを提供するHTML(HyperText Markup Language)コンテンツと、再生制御メタファイルを端末に配信するためのサーバである。HTMLコンテンツはWebサイトの画面を構成するためのファイルであり、再生制御メタファイルは映像コンテンツを再生するために必要な著作権情報、コンテンツのタイトル、符号化形式などの属性情報、ストリーミングのプロトコル情報を記述したファイル群を示す。

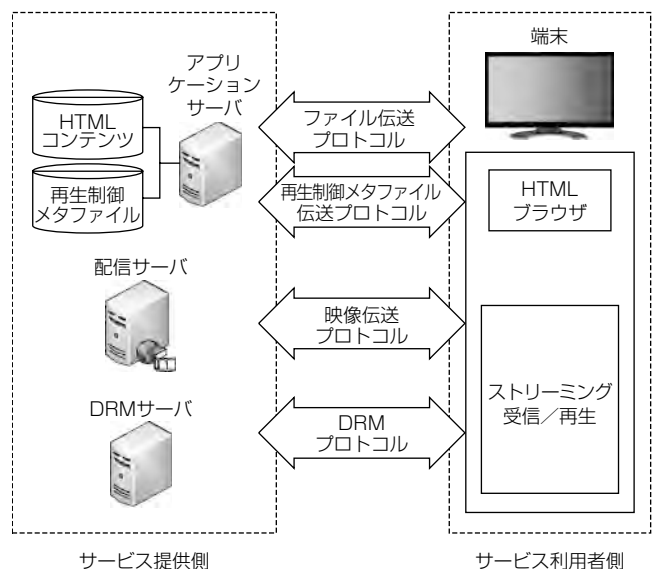


図 1. VOD動画配信のシステム基本構成

また、配信サーバは映像コンテンツを端末に配信するサーバであり、DRMサーバはコンテンツの利用条件や、暗号化された映像コンテンツを復号するためのコンテンツ鍵を端末に配信するサーバである。サーバと端末間は、それぞれ配信情報に応じた所定のプロトコルによって情報のやりとりを行う。

2.2.2 基本動作シーケンス

VODによる映像配信を行う際の、基本動作シーケンスを図2に示す。ユーザーがHTMLブラウザに表示されているサービスサイトの画面を介し、再生したいコンテンツを選択した上で再生開始操作を行うと、端末はアプリケーションサーバに対して再生制御メタファイルの要求を行う。この際のプロトコルはHTTPS(HyperText Transfer Protocol over Secure socket layer)のGETメソッドが使用される。アプリケーションサーバは端末に対しHTTPSレスポンスとして再生制御メタファイルを送信する。端末は、このファイルの情報を基に、DRMサーバからコンテンツ鍵を取得する。この際のプロトコルはデジタルテレビ情報化研究会仕様のフォーカス外であり、サービス側が適当な規格を選択することができる。アクトビラではオープンスタンダードであるMarlin DRMを使用している。端末はコンテンツ鍵の取得後に配信サーバに対して再生開始要求を行う。この際のプロトコルもHTTPのGETメソッドが使用される。配信サーバは端末に対してHTTPレスポンスとして再生開始応答を送信した後に、引き続きHTTPレスポ

ンスのパケットとしてコンテンツストリームを送信する。端末は受信したストリームをコンテンツ鍵で暗号を復号した後にデコードを行い映像と音声を出力する。コンテンツの再生が終了した後、端末は配信サーバに対して再生終了通知を送信し、配信サーバは再生終了応答を返す。最後に配信サーバがアプリケーションサーバに対してコンテンツ選択時などのサービス画面要求を行い、アプリケーションサーバが端末にサービス画面を送信することでコンテンツ再生開始前の状態に復帰する。

3. テレビ向けネットワーク技術

3.1 ネットワーク対応テレビ向けソフトウェア

テレビに新規機能を追加するためにソフトウェアの規模が増加する。これに従いソフトウェアが使用するメモリ量は増大する。液晶テレビでは部品コストの増加を抑制するために、搭載するメモリの容量を増やさないことが望まれる。液晶テレビにネットワーク機能を搭載するにあたって、放送受信機能とネットワーク機能の両方で使用する処理を、映像視聴モジュールとして共通化することでメモリ使用量の削減を図った。今回開発したソフトウェアの構成を図3に示す。

テレビのソフトウェアは大別すると、①任意の放送を選局する機能、選局した番組の映像と音声を出力する機能、データ放送や電子番組表を表示する機能を実現する放送受信アプリケーション、②インターネット上の特定のサイトを

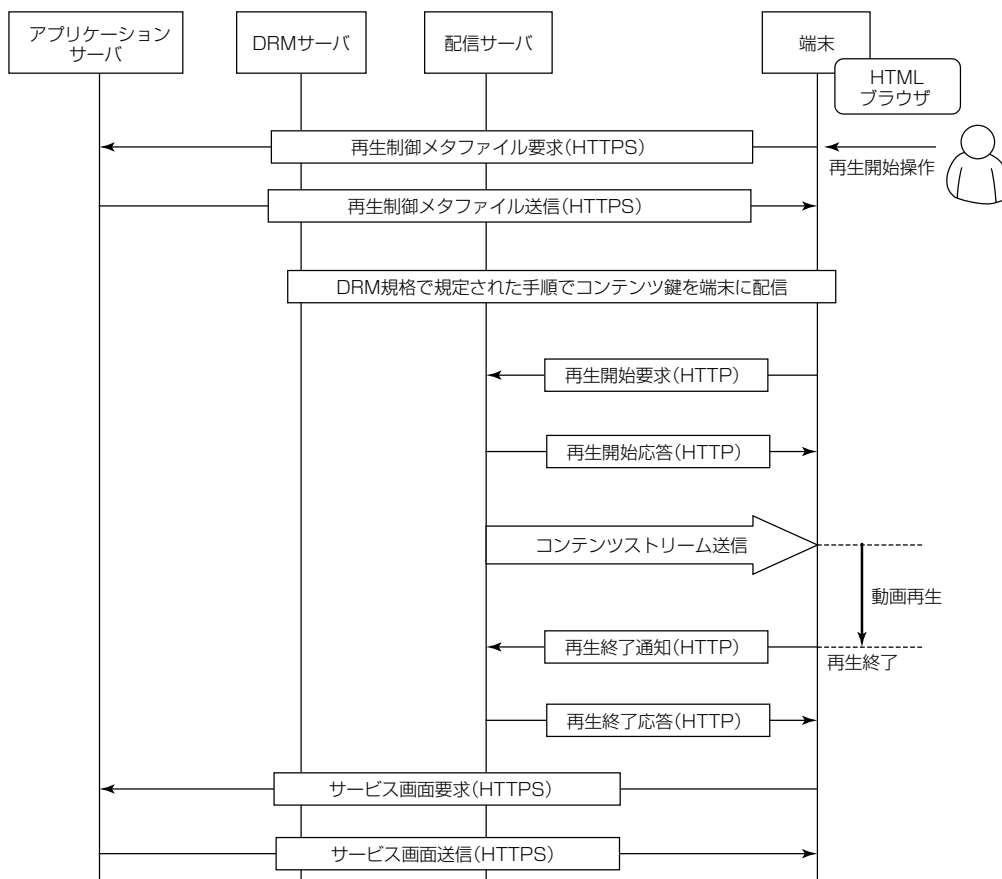


図2. VODによる映像配信時の基本動作シーケンス

信アプリケーション、②インターネット上の特定のサイトを表示する機能、そのサイトからネットワーク経由でストリーム配信されるAVコンテンツを再生表示する機能を実現するネットワーク再生アプリケーションの2つから構成される。①の放送受信アプリケーションは従来のテレビの基本機能を実現するものであり、②のネットワーク再生アプリケーションが今回新規に追加するネットワーク機能を実現するものである。両方のアプリケーションともAVストリームを分離・デコードしてテレビの画面とスピーカーに画音を出力するという機能は共通なので、この2つのアプリケーションにおける共通な処理と

して、図3の網掛け部分に示す次の3種類を抽出した。

- (1) AVストリームをAV分離した上でデコーダに入力し、デコード後の映像データ及び音声データを出力する一連の処理経路を設定するためのストリーム経路設定処理
- (2) AV分離処理とデコーダの制御を行うAV分離／デコーダ制御処理
- (3) デコードした映像データのビデオプレーンへの出力と音声データのD/Aコンバータへの出力を制御する映像／音声出力制御処理

これら3種類の処理をそれぞれソフトウェアモジュール化することで映像視聴ミドルウェアを構築して上位ソフトウェアとの共通API(Application Programming Interface)を定義した。そして、このミドルウェア上に放送受信機能アプリケーションとネットワーク機能アプリケーションを構築した。この共通化の結果、ネットワーク機能を追加した際のソフトウェアのROM(Read Only Memory)占有サイズを20%削減することができた。

3.2 ネットワーク再生制御処理の負荷低減

ネットワーク配信動画を再生する処理で、AVコンテンツのビットレートが高くなるにつれて、受信したAVストリームを転送する処理の負荷が上昇する。今回、ネットワーク経由で受信したAVストリームデータを受信バッファからコンテンツを復号するデコーダLSIに転送する際の伝送速度を最適化するバッファリング方式を開発した。この方式を適用する前と適用した後のデータ伝送速度の測定結果を図4に示す。この結果はアクトビラフルサービスのHDコンテンツを再生した際のデータ転送速度を0.2sごとに計測したものである。図4が示すとおりこのバッファリング方式を適用することによりデータ伝送速度におけるピーク値を55%抑制することができた。結果としてネットワーク配信動画再生時のCPUの負荷を低減した。

4. む す び

テレビ向けのインターネットサービスであるアクトビラの概要と、アクトビラが提供する動画配信サービスに対応するインターネット配信動画再生機能を実現するために必要なデジタルテレビ情報化研究会仕様の概要について述べた。併せて、テレビにインターネット配信動画再生機能を追加する際のソフトウェアについて述べた。今後は、アクトビラ以外の複数のインターネットサービスへの対応を進め、ユーザーが享受できるサービスの選択肢を増やしていく。

参 考 文 献

- (1) 総務省：総務省統計資料集 ブロードバンドインターネットの世帯普及率と契約数、
<http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/broadband.html>

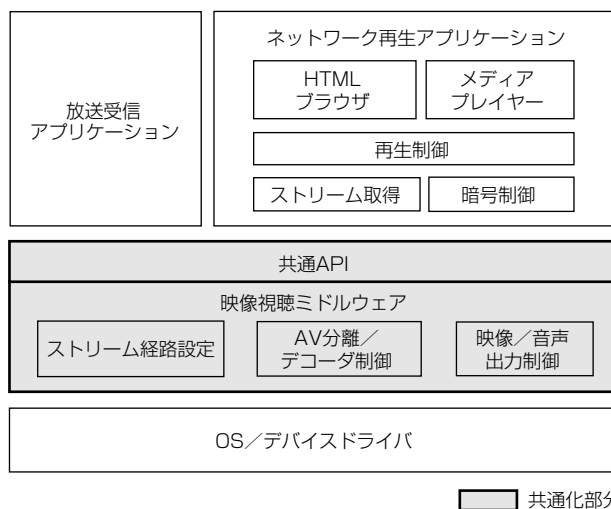


図3. ソフトウェア構成

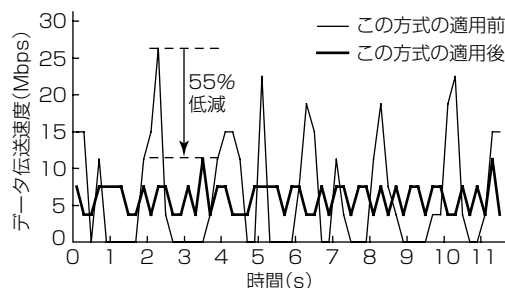


図4. データ伝送速度計測結果

- (2) (社)電子情報技術産業協会：プレスリリース 動画対応IPTV国内出荷実績について (2010)
<http://www.jeita.or.jp/japanese/press/2010/1028/release.pdf>
- (3) 赤津慎二，ほか：IPTV技術，三菱電機技報，**82**，No.12，755～758 (2008)
- (4) 和田 稔，ほか：コンテンツ配信サービスに対する意識調査，映像情報メディア学会誌，**60**，No.4，604～608 (2006)
- (5) アクトビラ公式情報サイト：(株)アクトビラ，
<http://actvila.jp/>
- (6) デジタルテレビ情報化研究会：デジタルテレビネットワーク機能仕様 概要 (2008)
- (7) デジタルテレビ情報化研究会：デジタルテレビ ネットワーク機能仕様 ストリーミング仕様書 プロトコル編 (2006)
- (8) デジタルテレビ情報化研究会：デジタルテレビ ネットワーク機能仕様 ストリーミング仕様書 コーデック編 (2006)
- (9) デジタルテレビ情報化研究会：デジタルテレビ ネットワーク機能仕様 ストリーミング仕様書 概説編 (2007)

デジタルカラープリンター “CP-D70D／CP-D707D”

中尾 洋*
畠中貴志*
小田紘介*

Digital Color Printer“CP-D70D／CP-D707D”

Hiroshi Nakao, Takashi Hatakenaka, Kosuke Oda

要 旨

拡大するデジタル写真市場に向け、コンパクトでシステム拡張性の高いデジタルカラープリンター“CP-D70D”と“CP-D707D”を開発した。シングルデッキ・モデルCP-D70Dと2つのプリントメカを搭載したダブルデッキ・モデルCP-D707Dをラインアップし、写真店のニーズに応じた多彩なシステム構成を提案する。主な特長は次のとおりである。

(1) CP-D70D／CP-D707D共通の特長

- ①幅275mmのコンパクト設計，小設置面積を実現

- ②スリープモード導入で待機電力を1.0W未満に低減

- ③電源とサーマルヘッドの冷却風路を分離し，防塵(ぼうじん)性能を向上

(2) CP-D707Dの特長

- ①2つのプリント機構を順次駆動することによって，最大消費電力をシングル機並みに抑えながら，Lサイズ1枚あたり約5.4秒の高速印画を実現

- ②セットするペーパーサイズの組合せを選ぶことによって，最大3サイズのプリントを同時に印画可能



CP-D70D



CP-D707D

デジタルカラープリンター“CP-D70D”と“CP-D707D”

拡大するデジタル写真市場に向け，コンパクトでシステム拡張性の高いデジタルカラープリンターCP-D70DとCP-D707Dを開発した。CP-D70Dは幅275mmのコンパクト設計と小設置面積を実現，スリープモード導入で待機電力を1.0W未満に抑えた。CP-D707Dは2つのプリントメカを順次駆動することによって，最大消費電力をシングル機並みに抑え，同時にLサイズ1枚あたり約5.4秒の高速印画を実現した。

1. ま え が き

拡大するデジタル写真市場に向け、コンパクトでシステム拡張性の高いデジタルカラープリンターCP-D70DとCP-D707Dを開発した。本稿では核となる技術・機能について述べる。

2. インクテンション安定化による印画品質向上

インクシートの張力変化に起因する画質劣化を低減させ、インクシート張力設定の自由度を向上させることで、環境変化・印画モード追加等の拡張性の向上に取り組んだ。

昇華型プリンターでは、サーマルヘッドによってインクシートを加熱し、インクシートに塗布されているイエロー・マゼンタ・シアン各染料を専用印画紙に順次昇華させて、重ね合わせることでカラー画像を形成し、最後に保護層としてオーバーコート層を熱転写する。

画像形成時にインクシートと専用印画紙は、プラテンローラーによってサーマルヘッドに押し付けられる。また、画像形成時のサーマルヘッドの加熱によってインクシートは専用印画紙に貼り付いた状態となる。この貼り付いたインクシートに張力を与えて安定的に剥離（はくり）させることができるのが昇華型プリンターにおける重要な機構技術となる。

特にインクシートでは、与える張力には適正な範囲がある。張力が強すぎる場合にはインクシートにシワが発生し、そのシワが画像として印画紙に転写される印画不良が発生させる。張力が弱い場合には、インクシートを印画紙から剥離できずに紙詰まり（JAM）をおこす。

インクシートは、供給ボビン及び巻取りボビンにロール状に構成されている。供給ボビンには、印画前のインクシートが巻かれており、巻取りボビンで印画後のインクシートを巻き取っていく。この構成によって、ボビン巻径は印画された枚数に応じて刻々と変化していく。

従来機構では、複数個のバネ式トルクリミッターを組合せることで、インクシートに張力を与えていた。

従来機構の長所・短所を次に述べる。

(1) 長所

- ①制御が非常に簡単
- ②巻径の変化に応じて、働かせるトルクリミッターの組合せ選択のみの単純制御である。

(2) 短所

- ①柔軟な張力変更が困難

トルクリミッターは一定トルクしか発生できないのでメディアの巻径の変化によって張力が変動してしまい、常に安定した張力にできない問題があった（図1）。また、トルクリミッターの組合せ個数を増やせば、コスト及びスペースが増大してしまう。

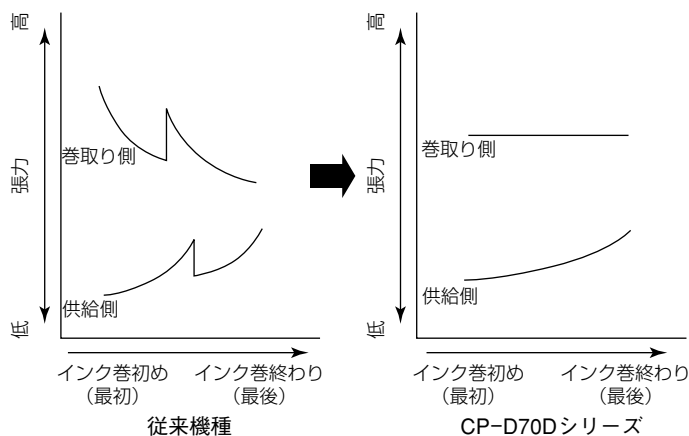


図1. インクテンション変化比較

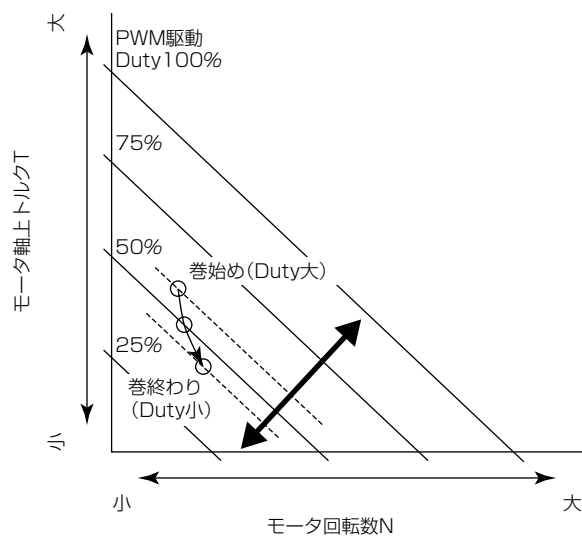


図2. PWM駆動によるDCモータ動作点の遷移

この問題を解決するため、CP-D70Dシリーズでは、インクシート巻取り機構の張力発生源としてDCモータPWM（Pulse Width Modulation）駆動を採用した。PWM駆動では、DCモータにパルス状（On-Offを交互）に流す電流のOnとOffの比率（Duty）を変えることでDCモータが動作するT-Nカーブをスライドさせることができる。一方、プリンターの印画速度はインクシート巻径に依存せず一定であるため、インクシート巻取りに必要な速度が一義的にきまる。DCモータ無負荷時にこの速度以上で回転するDutyを与えれば、トルクが発生し、インクシートに張力を与えることが可能になる（図2）。

プリンター本体で取得するインクシート巻径（残量情報）や環境温度に応じてDCモータPWM駆動のDutyを変化させることで、従来機構では実現できなかった細かな張力制御が可能になった。これによって、インクシート巻径に依存しないで常に安定した張力を与えることが可能となり、印画品質の安定化が実現できた。また、トルクリミッターの組合せ構造に比較して機構が単純化されるため、プリンターの小型化が可能になった。

3. 新加圧機構による製品小型化

昇華型プリンターは印画時、インクシートと印画紙をサーマルヘッドとプラテンローラーで挟んで加圧する必要がある。従来は、サーマルヘッドをプラテンローラーに押し付けるサーマルヘッド加圧方式を採用していた。このサーマルヘッドは冷却構造部であるヒートシンクとFANとの一体構造のため、上下移動をするためのスペースが多く必要となり製品が大型化していた。

CP-D70Dシリーズでは、プラテンローラーを可動させてサーマルヘッドに押し付けるプラテンローラー加圧方式を採用した。このプラテンローラー（Φ16mmのゴムローラー）のみの圧着機構となるため、製品の小型化を実現できた。

サーマルヘッドは固定支持される構造であるので、冷却FANの配置裕度が向上した。FAN配置及び風路を最適化し冷却性能を向上させることで、連続印画性能を向上できた（L版特定画像で440枚/時間）。

4. 防塵を考慮した風路設計

昇華型プリンターは、印画動作中のサーマルヘッド及び電源ユニットの温度上昇を抑制するためにFANモータを搭載している。これによって、プリンター内に周囲の埃（ほこり）を吸い込んでしまい、印画用紙上に付着することで印画欠点が発生する不具合があった。

CP-D70Dシリーズでは、電源ユニットとサーマルヘッドの冷却風路を分離独立させることで防塵性能の向上が可能となった（図3）。

5. 待機時消費電力の大幅削減による省エネルギー化

エコ志向の広まりや、欧州で2013年から導入される待機時消費電力規制（ErP規制）に対応するため、この機種では、待機時電力の削減に取り組んだ。

プリンターで使用する電力は、マイコン駆動電力、メカ制御電力、ヘッド電力の3つに分けることができるが、全体の消費電力に対してメカ制御電力とヘッド電力が支配的であり、マイコン駆動回路での消費電力は全体の20分の1程度であった。従来構成の電源ユニットは低負荷になるほど電力効率が悪くなるため、待機状態で20W近い電力を消費していた。

CP-D70Dシリーズでは、マイコン駆動専用電源回路を取り入れ、電源ユニットをマイコン駆動用電源とメカヘッド用電源とに分離、マイコンからメカヘッド電源を任意にON/OFFできる仕組みを採用し、常に高効率な状態で電源ユニットが動作するような回路構成とした（図4）。

その他の対応は次のとおりである。

- ・待機時に動作する回路ブロックを見直して、電源系統を細分化
 - ・マイコン駆動用電源には、高効率な制御チップなどを採用
- これらによって、待機時消費電力1W以下（従来機種比96%カット）を達成した。

6. ダブルデッキの最大消費電力がシングル機並みかつ低コスト

CP-D707Dはダブルデッキでありながら最大消費電力はシングル機並みに抑えられている。

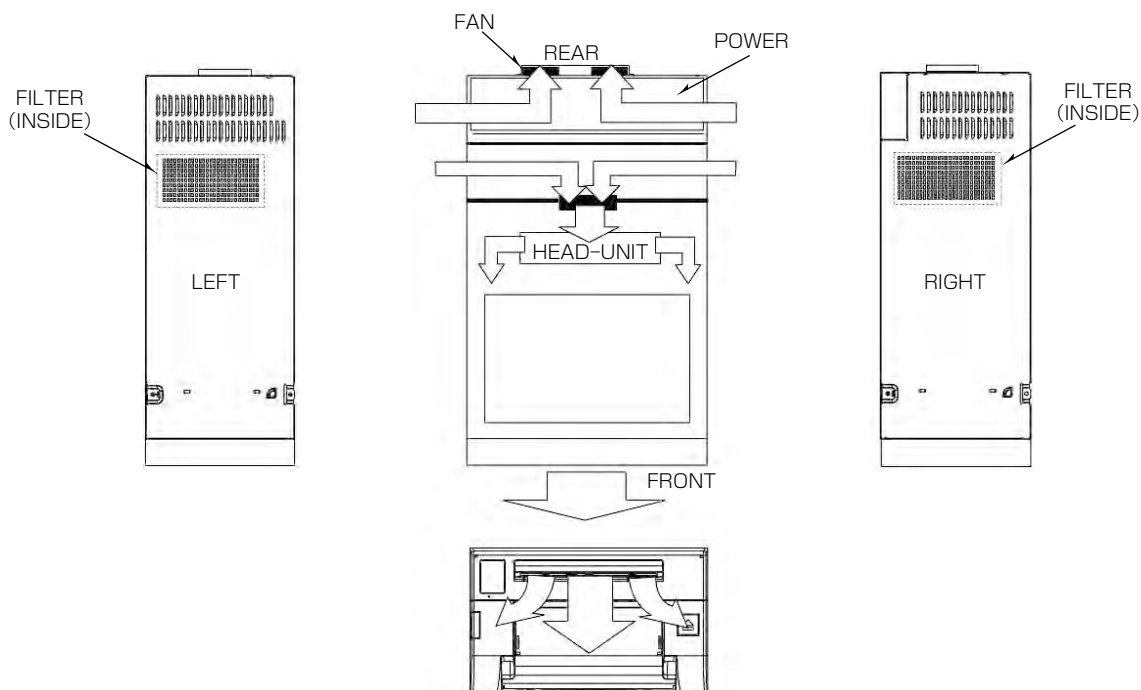


図3. 電源ユニットとサーマルヘッドの冷却風路

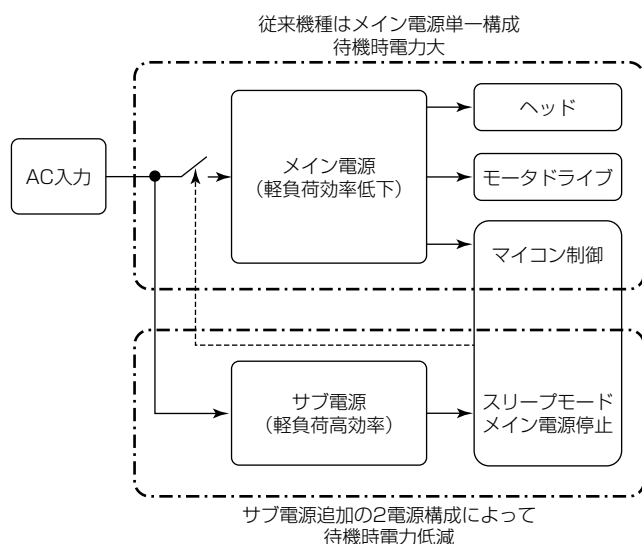


図4. 電源システムのブロック図

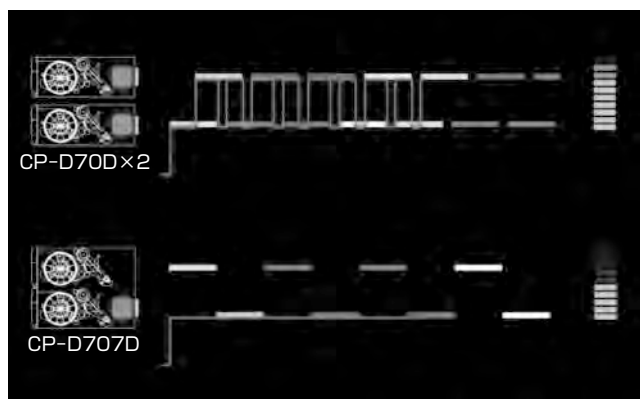


図5. 消費電力イメージ図

昇華型プリンターはY (Yellow) プリント→M (Magenta) プリント準備→Mプリント→C (Cyan) プリント準備→Cプリント→OP (Overcoat Protection) プリント準備→OPプリントというシーケンスでプリントを行う。このときの電力消費はプリント時が最も大きく、プリント準備時の電力消費は少ない。CP-D707Dは図5のように片側のデッキがプリント準備しているときにもう片側がプリントを行うというように交互にプリントを行うことによって最大消費電力をシングル機並みに抑えることで効率の良い電力消費を実現した。

CP-D70D/CP-D707DはL判(90×130mm)、KG判(152×102mm)、2L判(178×127mm)、A5判(203×152mm)の4つのサイズに対応している。

それぞれのサイズのプリントを行うには専用サイズのメディアに交換する必要があるが、A5判用メディアを使用した場合、1画面にKGサイズのデータを2つプリントし、ペーパー排出時にKGサイズに2分割(マルチカット)することで、A5判用メディア使用時もKGサイズプリントを可

能にした。CP-D707Dの場合、上下にセットするメディアの組合せを、例えば下側にL判、上側にA5判をセットすることでLサイズ、KGサイズ、A5サイズの3つのプリントをメディア交換することなく同時に行うことができる。

7. 不要輻射(EMI)に対するフロントローディング設計

昇華型プリンターはインクシートや用紙を交換するのに必要な開口部が大きく、また稼働することによって十分なアースができない部品が多数存在する。しかしながら、不要輻射(ふくしゃ)の検討は最終構造で行う必要があるため、試作の最終段階になってようやく不要輻射の問題点が露呈し、対策のために多くの部材が追加される結果、コスト、作業時間に大きな影響を与えていた。

CP-D70Dシリーズでは、不要輻射のノイズ源となるデジタル回路上の各信号を輻射に対する寄与度によって分類し、基板上の信号配線位置や配線層構造を最適化した。また、発振回路やDC-DCコンバータ回路等、特にノイズを発生しやすい部位については、GND (GrouND) パターンやスルーホールを位置を電流経路に留意しながら決定するなどして、放射を抑えることを最優先で設計し、後付けの対策部品の追加を極力抑えることができた。

8. コ ス ト

CP-D70D/CP-D707Dは、従来機では別々のICで制御していたメモリコントローラ/USB(Universal Serial Bus)コントローラをマイコンに集約し1パッケージで制御している。また転写制御の大部分をプリンタードライバ側で行うことによって転写制御に必要なFPGA(Field Programmable Gate Array)ゲート数を抑えている。さらに徹底的に部品の見直しを行い従来機(CP9800D)比約30%のコストダウンを実現した。

CP-D707Dは先に述べたようにそれぞれのデッキが同時にプリントを行わないので転写を制御しているFPGAは1つだけで済み、セクターで切り替えてそれぞれのデッキの転写を制御している。また、電力消費もシングル機並みに抑えることができたため、従来機と同じ容量の電源ユニット1つで上下のデッキ電力を賄うことを可能としており、本来なら2つ必要なデジタル基板と電源ユニットが1つで済むことによって大幅なコストダウンにつながった。

9. む す び

プリンター新機種CP-D70D/CP-D707Dに投入した新しい技術の取組みについて述べたが、今後はこの技術を更に発展させることによって、更なる市場要求に対応した製品に進化させていきたい。

2 灯式DLPプロジェクタ“XD8100シリーズ”の 高輝度／高機能化技術

鯨島研治* 山田旭洋**
岩井敏充*
金子秀樹*

High Brightness and Wide-range Function Technology of Dual-lamp DLP Projector "XD8100 Series"

Kenji Samejima, Toshimitsu Iwai, Hideki Kaneko, Akihiro Yamada

要 旨

従来の光源ランプを用いたプロジェクタに加え、新たに2つの光源ランプを用いた2灯式DLP®(注1)プロジェクタ“XD8100シリーズ”を製品化した。

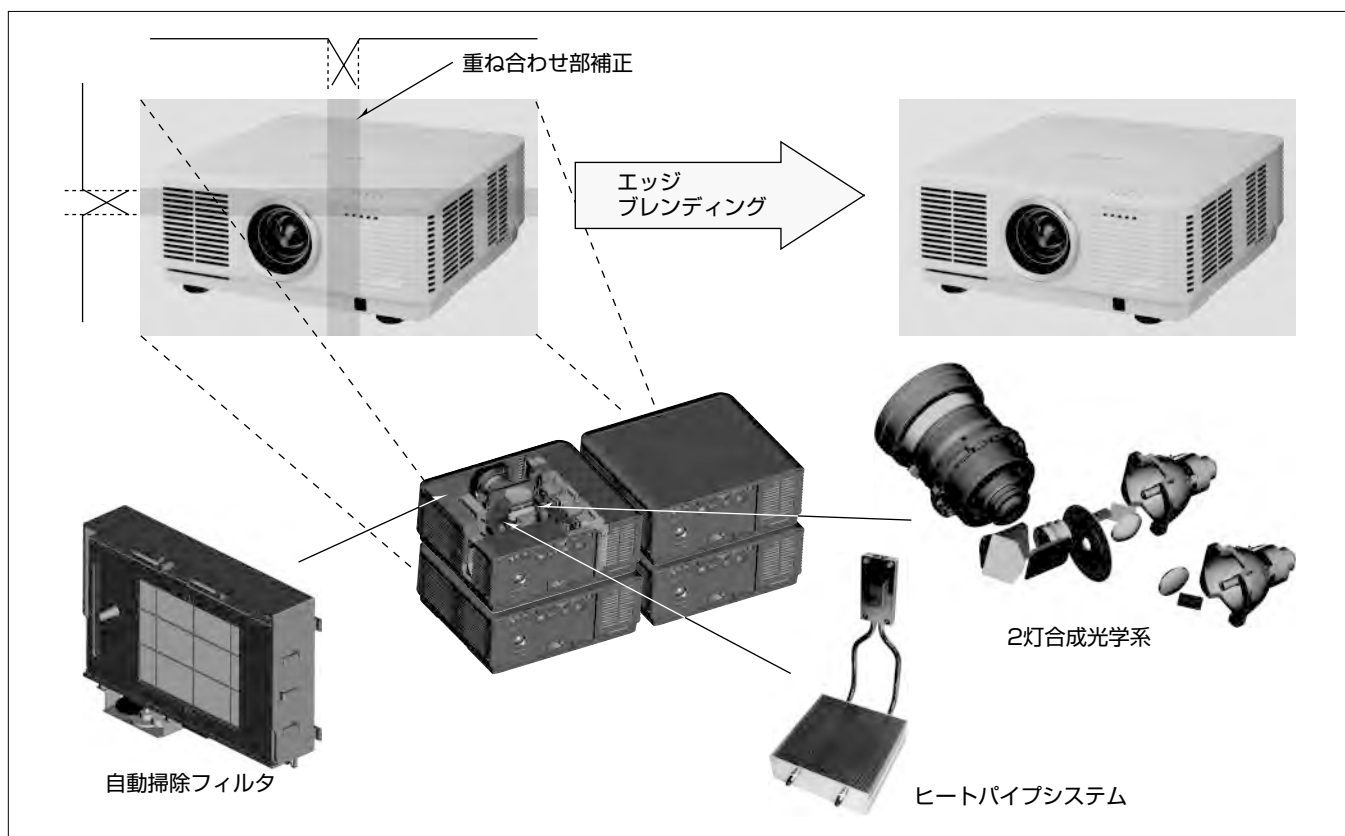
このシリーズは2灯式による高輝度化のため、ミラーによる高効率2灯合成光学系を開発し、輝度7,000ルーメンを達成した。これによって講堂やホールなどの広く明るい環境下でも鮮明に映像を投写することが可能となり、また2つの光源ランプを用いることによって、システムの冗長性を持たせることが可能となった。

一方、大画面化の一手法である複数のプロジェクタを用

(注1) DLPは、Texas Instruments Corp. の登録商標である。

いたマルチ投写にも対応するため、エッジブレンディング、カラーマッチング／輝度むら補正、幾何学補正をプロジェクタ本体に搭載し、これによって大画面が要求されるデジタルサイネージやイベント会場でのマルチ投写でもつなぎ目が目立たないシームレスな投写をプロジェクタ単体で実現することが可能となった。

さらに信頼性を確保しながら冷却効率を高めるため、映像素子であるDLPチップの冷却にヒートパイプシステムを採用した。またヒートパイプに直結されている放熱器には自動的にフィルタに付着した埃(ほこり)を取り除くことができる新開発の自動掃除フィルタを採用した。



2灯式DLPプロジェクタの新機能

新規設計の高効率2灯合成光学系によって7,000ルーメンを実現した。またエッジブレンディング機能を搭載することによってシームレス投写を実現した。

さらに冷却システムの信頼性を高めるためヒートパイプを採用、また放熱器の目詰まりを防ぐため自動掃除フィルタを搭載した。

1. ま え が き

昨今、大画面をスクリーンに投写するフロントプロジェクタは、高輝度化、高解像度化、大画面化のみならず、信頼性、メンテナンス性の向上が求められている。そこで、三菱電機はこれらの市場要求に対応するため、本格的な設置型プロジェクタを製品化した。

高輝度化に対しては、光源であるランプを2つ使用し、これらを効率よく合成する当社独自の2灯合成光学系を開発し、輝度7,000ルーメンを確保することに成功した。また、高解像度化に対応するためWUXGA(Wide Ultra eXtended Graphics Array)の解像度を持つ“UD8400”も新たにラインアップに加えた。

大画面化に対しては、複数のプロジェクタでマルチ画面を簡単に構成するために、各画面のつなぎ目が目立たないシームレス投写を実現するエッジブレンディング機能を設けた。また各画面の色／輝度差を補正できるカラーマッチング／輝度むら補正機能も搭載した。さらに画面歪(ひず)みを補正するため幾何学補正機能を搭載、本格的なマルチ投写をプロジェクタ本体のみで可能とした。

信頼性の向上に対しては、DLPチップの冷却に可動部を持たないヒートパイプ冷却方式を採用した。また、放熱器にはメンテナンス性を考え、ブラシによって自動的にフィルタに付着した埃を取り除くことができる自動掃除フィルタを採用した。

2. 高効率2灯合成光学系

昨今、2灯のランプを用いた光学系の構成に関して、様々な方式が提案されている⁽¹⁾⁽²⁾が、今回は、当社独自の2灯合成光学系を新たに開発することによって、高輝度と高信頼性を両立させることが可能となった。

2.1 光学系の構成

今回新たに開発した光学系の構成は、“高輝度”及び“耐久性・信頼性”を両立させるため、図1に示す光学系によって構成した。2つのランプを同方向に配置し、一方の光路はリレー系を介した後、他光路とミラー部で合成させる構成となっており、このような構成にすることによって、2灯のランプを平行に配置することが可能となり、お互いのランプから発せられる熱の相互干渉を完全になくことができ、安定した明るさと寿命を両立させることが可能となった。

2.2 高輝度化検討

2つのランプを用いた光学系の場合、原理的に1つのランプを用いた場合に対しインテグレートロッドに集光する光束の効率が低下するという課題があった。

図2に1灯及び2灯光学系を用いた場合のインテグレートロッド入射面における光源像の照度分布を示す。矩形(くけい)の開口に円形の集光スポットが形成されるが、

1灯より2灯の方が光束のケラレ量が多いことが確認できる。2つのランプの光軸にオフセット角度を持たせそれぞれの光源像をインテグレートロッドの中心に重ね合わせる方法や、インテグレートロッド入射面の面積を増やす方法によってインテグレートロッドまでの取り込み効率を上げることが可能であるが、最終的に全系をととして取り込むことができる効率は、インテグレートロッドの面積とインテグレートロッドから射出する光の立体角の積によって決定される(Etendueの法則)ため、結果として取り込み効率を上げることはできない。

そこで、この問題を解決するため、インテグレートロッド入射面の光源像のサイズ(面積)を縮小させる手段として、ランプの硝子飛散防止板を非球面化した。図3にこの設計原理を示す。硝子飛散防止板が平面形状の場合、光軸付近のランプリフレクタで反射された光は、光源がより大きく結像されるためインテグレートロッド入射面に到達しない光が発生する。そこで硝子飛散防止板の光軸付近が凸面形状となるようにこれを非球面化し、ランプリフレクタの反射位置にかかわらずインテグレートロッド入射面での光源像が一樣に小さくなる設計とした⁽³⁾。これによってプロジェクタの投写光束量を約6%増大させることが可能となり、7,000ルーメンの高輝度2灯式DLPプロジェクタを実現することできた。

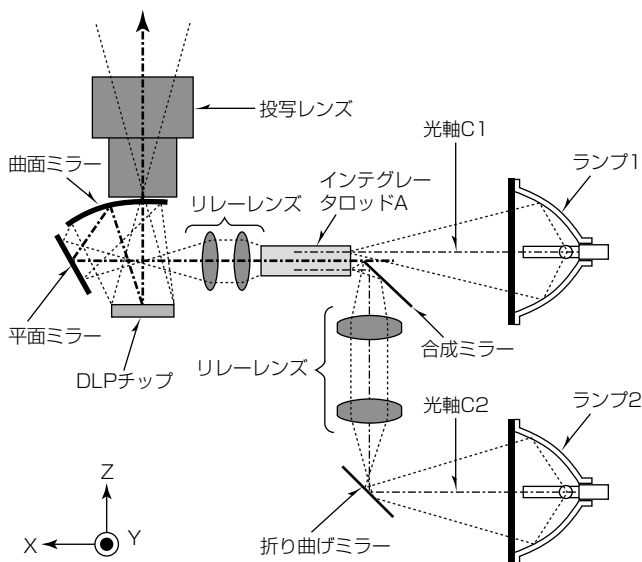


図1. 2灯合成光学系の構成

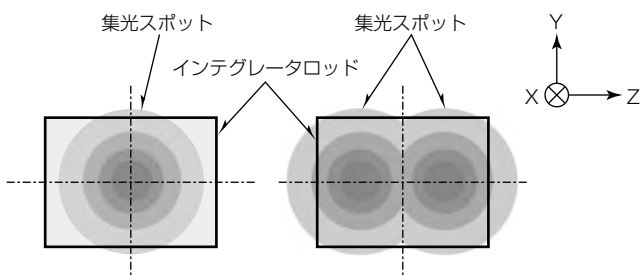


図2. 光源像のイメージ図

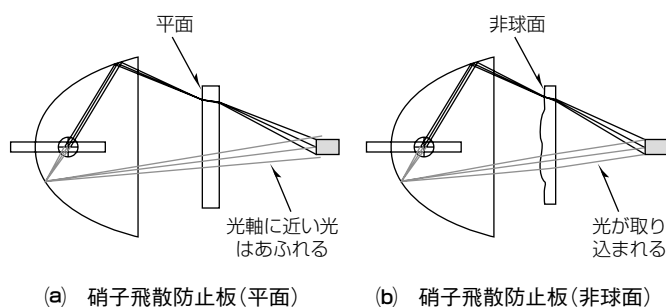


図 3. 非球面硝子飛散防止板の設計原理

3. マルチ投写技術

マルチ投写では、複数のプロジェクタによる投写画面をつなぎ目が無いシームレスな1つの画面に合成することが要求されるため、プロジェクタの個体差によって生じる色合い・輝度・画面歪みのばらつきをそろえることが非常に重要となる。これらの調整には、外部機器による大掛かりなマルチ投写システムの使用が主流になっているが、高価でありプロジェクタによる対応が切望されていた。XD8100シリーズでは、マルチ投写時に必要な調整機能を搭載することで、廉価にマルチ投写の実現が可能となった。

3.1 エッジブレンディング機能

エッジブレンディングとは、複数の投写画面を1枚の画面に合成する際に、画面同士をスムーズに接続して境界部を目立たなくする技術である。図4に示すように、2枚の映像を重ね合わせずに突き合わせによってつなぐのは非常に困難であり、投写画面のわずかな位置ずれや歪みによって境界部に隙間(すきま)ができてしまうため、一般的には重ね合わせによる手法がとられている⁽⁴⁾。一方、単純に映像を重ねてしまうと重なり部分が明るく目立ってしまうため、映像の重なり部分に輝度勾配(こうばい)を施すことによって重なり部分が目立たないように信号処理を行っている。なお、今回開発したエッジブレンディング回路では、左右方向だけではなく上下方向にも対応しているため、M×Nの任意の位置に設置することが可能であり、これによって任意のアスペクト比で大画面を構成することができる。

3.2 カラーマッチング機能/輝度むら補正機能

隣り合うプロジェクタの色合いや明るさが一致していない場合、映像の重なり部分を境界として色や輝度の変化が視認できるため、エッジブレンディングの効果が発揮できなくなる。そこで、各プロジェクタ間の色再現範囲や面内輝度むらの微妙なばらつきを補正する機能を設けることで、一体感のあるマルチ投写画面を実現している。なお、カラーマッチング機能に関しては、画面を見ながら色を調整する手動モードだけではなく、色彩色度計を用いた測定モードも設けた。

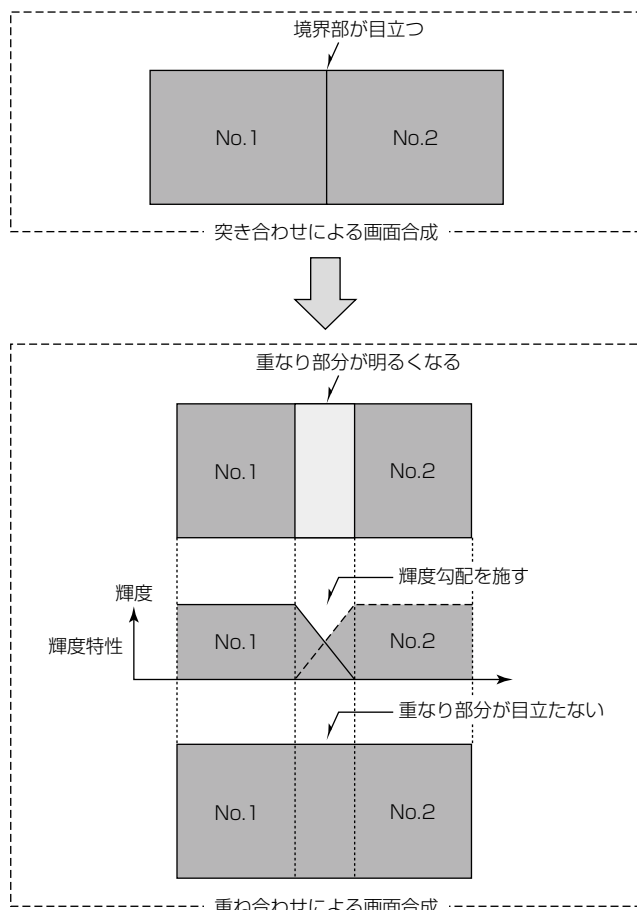


図 4. エッジブレンディング機能

3.3 幾何学補正機能

映像が重なった部分の位置合わせができていないと、重なった部分の解像度が低下してしまうため、重なり部分を境界としてつなぎ目が目立ってしまう。そこで、画面の位置合わせを容易にするために以下の3種の補正機能に対応することで、より臨場感の高い演出を可能としている。

- ①台形歪み補正：スクリーン斜め方向から映像を投写することによって、画面が台形になった場合の歪みを補正する機能
- ②コーナー補正：設置条件などによって投影した映像がスクリーンから少しだけずれてしまう場合などに、映像の四隅を微調整して位置合わせする機能
- ③曲面投写補正：平面スクリーンのみならず、円弧状の曲面スクリーンへ投写した際の画面歪みを補正する機能

4. DLP冷却・防塵(ぼうじん)構造

プロジェクタの高輝度・信頼性を確保するためには光学系開発と同時に冷却システムの開発が切り離せない。今回、DLPチップの冷却にヒートパイプを使用し、防塵フィルタと組み合わせることで信頼性の高い冷却システムを構築することが可能となった。

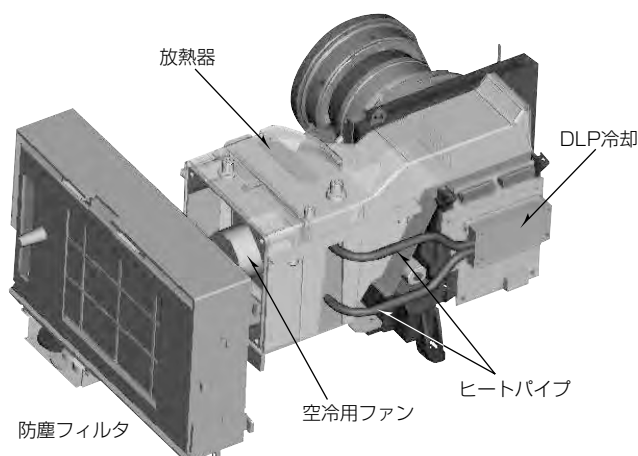


図 5. DLP冷却構造

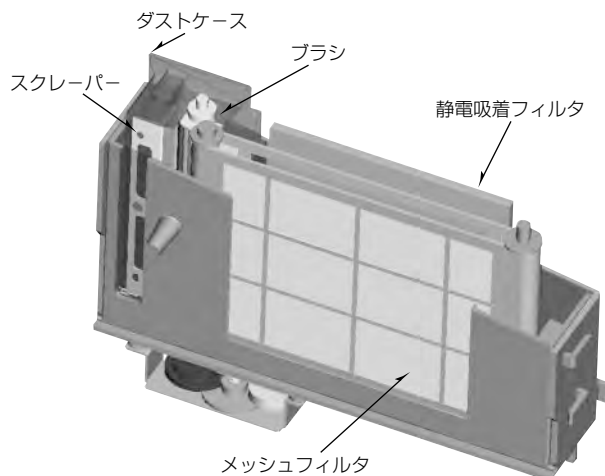


図 6. クリーニングフィルタの構成

4.1 ヒートパイプシステム

DLPチップを使用したプロジェクタでは、通常チップの裏面に配置された放熱用フィンで冷却を行っている。XD8100シリーズでは7,000ルーメンの高負荷に耐えるためヒートパイプを用いた冷却方式を採用した。ヒートパイプは真空の金属パイプ中に封入された作動液の蒸発・凝縮サイクルによって無動力で高速に熱を移動することができる。DLPチップで発生した熱を冷却するには大きな放熱器が必要なため、離れた位置の放熱器にヒートパイプで熱を移動させることによってこれを冷却する(図5)。

4.2 自動掃除フィルタ

放熱器は放熱用フィンが密集配置された構造となっており長期間使用した場合、埃が詰まりやすいという欠点もっている。放熱用フィンの目詰まりによる冷却性能の低下を防止するため、フィルタとして当社の家庭用エアコンなどで使用されているメッシュフィルタを採用した。このフィルタはクリーニング機構を付加することで再使用が可能であり長期にわたり連続使用することができる。XD8100シリーズでは自動クリーニング機構を備えたメッシュフィルタと静電吸着タイプのフィルタを配置した。メッシュフィルタでは放熱器の目詰まりを起こしやすい比較的繊維の長い埃を除去し、それ以外の細かな埃については静電吸着タイプのフィルタで除去する2段構成としている。

4.3 防塵フィルタの構造

防塵フィルタはモータなどの駆動機構と静電吸着タイプのフィルタを備えた本体側と取外し可能なカセット側の2つで構成されている。カセット側にはメッシュフィルタとクリーニング用ブラシ、着脱可能なダストケースが収納され、本体側の駆動機構でクリーニング動作が可能な構造となっている。カセットの清掃はダストケースに溜(た)まった埃を捨てることで行い、新たなカセットに交換することで清掃の手間を省くこともできる。また、静電吸着タイプ

のフィルタも本体から取り外して清掃可能な構造とした。

メッシュフィルタのクリーニングには一定の方向に起毛したブラシを使用する。このブラシは特定方向には埃を付着するが、逆方向には埃を分離する性質を持つ。この性質を利用して、メッシュフィルタで捕集した埃をブラシに付着させることでこれをクリーニングする。

ブラシに付着した埃はスクレーパーで分離しダストケースに溜まる構造とした(図6)。

5. む す び

今回、新たに製品化した2灯式DLPプロジェクタについて述べた。高輝度を確保するためランプを2つ用いた当社独自の2灯合成光学系を開発することによって7,000ルーメンという高輝度を達成した。またエッジブレンドに代表されるマルチ画面を実現することによって幅広い投写シーンに対応した。さらにヒートパイプシステムや自動掃除フィルタを採用し、信頼性の確保やメンテナンス性の向上を可能とした。

参 考 文 献

- (1) 島岡優策, ほか: 特許第4028551号 (2007)
- (2) 伏見吉正, ほか: 天吊り対応液冷方式の高輝度1チップDLP™プロジェクタ, *Matsushita Technical Journal*, **52**, No.3, 42~48 (2006)
- (3) 桑田宗晴, ほか: プロジェクションテレビ用高効率集光光学系ー光利用効率の向上による高輝度化ー, *IEICE Technical Report*, **106**, No.499, 129~132 (2007)
- (4) 松尾裕一: 大画面表示による大規模流体解析のエンジニアリング可視化技術, 可視化情報学会第7回ビジュアライゼーションカンファレンス, 13~20 (2001)

LED光源を使用したディスプレイウォール プロジェクタ“PE/XE70シリーズ”

村上幸作* 井上陽子**
町田直之* 児玉拓也***
菅野直樹*

Display Wall Projector “PE/XE70 Series” Using LED Light Source

Kosaku Murakami, Naoyuki Machida, Naoki Kanno, Yoko Inoue, Takuya Kodama

要 旨

三菱電機のDLP®^(注1)方式ディスプレイウォールプロジェクタは、1998年の製品化以来すでに45,000台以上を国内はもとより全世界に納入してきた。

その多くは、電力・通信・上下水道等いわゆるインフラにおける設備の監視、警察・消防等における事件・事故・火災等の監視指令、道路・河川・ダム等の防災監視、台風や地震等の災害対策、鉄道・航空等の路線運行監視等、人々の安全・安心を守るための24時間365日稼働する重要な設備として活躍している。

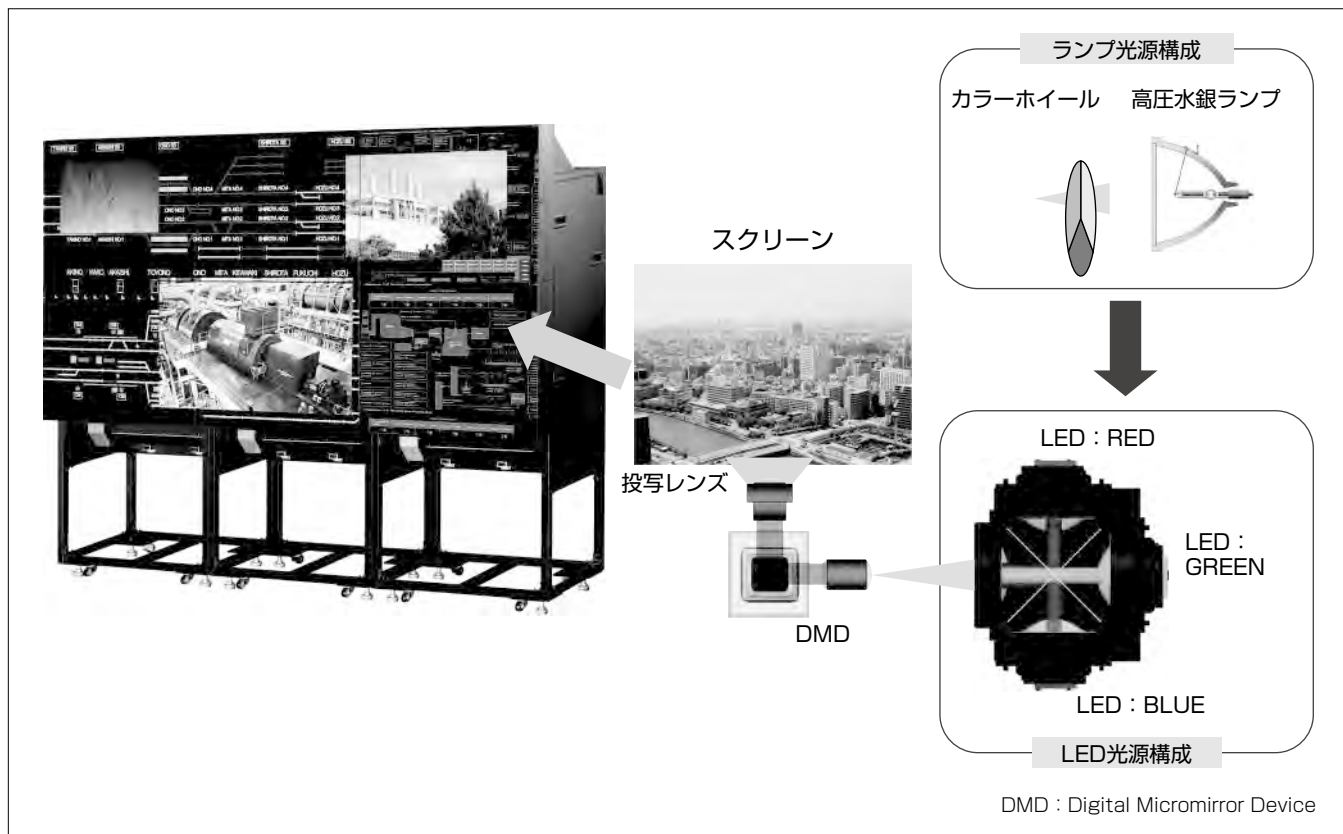
こうした設備における製品・システムへの最大の要求は高信頼性である。24時間の監視の中でその業務が中断されることがあってはならず、また設備として5～10年の長期にわたって信頼性の維持が必要である。

DLP方式ディスプレイウォールプロジェクタに従来採用しているランプ光源は、寿命が短くメンテナンスの頻度が高いことからランニングコストが高く、稼働率が低下する可能性があり、光源の長寿命化への改善が要求されていた。

また、近年では環境に配慮した製品が顧客要求として大きなファクタとなっており、有害物質の削減や省エネルギーが大きな流れになっている。

本稿では、DLP方式ディスプレイウォールプロジェクタ“PH/XL70シリーズ”の機能・性能を継承しつつ、新光源として長寿命・高輝度LED(Light Emitting Diode)素子を採用した“PE/XE70シリーズ”の製品の特長と評価技術について述べる。

(注1) DLPは、Texas Instruments Corp. の登録商標である。



“PE/XE70シリーズ”の構成例

6面構成したディスプレイウォールプロジェクタ本体とランプ光源機種とLED光源機種の構成例を示す。PE70は、SXGA+ (Super XGA Plus) (1400×1050) の解像度、XE70は、XGA (eXtended Graphics Array) (1024×768) の解像度である。PE/XE70シリーズはランプ機種であるPH/XL70シリーズから光源をLED光源に新規設計した。

1. ま え が き

2007年度に開発したPH/XL70シリーズは、第4世代のDLP方式ディスプレイウォールプロジェクタであり、高輝度、50～80インチまでのサイズ対応、スマートランプシステム、インターナルプロセッサなど、高性能・高機能から市場で好評を得ている。光源には、超高圧水銀ランプを採用し、その寿命は8,000時間程度である。ランプ光源は、定期的な交換（メンテナンス）によって製品の性能が維持される。しかしながら、DLPチップ、冷却FANは10万時間の長寿命であるのに比べランプ光源の寿命が短い。そのことから、光源の長寿命化を図った24時間長期の運用に耐え得る監視用表示装置が市場から要求されていた。

本稿では、高信頼性・長寿命光源であるLED光源を採用したDLP方式ディスプレイウォールプロジェクタPE/XE70シリーズについて製品の特長と長期信頼性の評価技術について述べる。

2. PE/XE70シリーズの概要

DLP方式ディスプレイウォールプロジェクタPE/XE70シリーズは、光源にRGB(Red Green Blue)3色のLED素子を採用した。表1にPE/XE70シリーズの仕様を示す。

2.1 光源の寿命と消費電力

LEDは投入電力の大きさによって発光輝度を変えることができる。この製品では、Bright(高輝度設定)、Normal(標準設定)、Eco(低電力設定)の3モードの明るさ設定を設けている。寿命は、Brightモードでランプ光源と比べ7倍以上の60,000時間、Ecoモードでは80,000時間となっている。また、高効率のLEDドライバ開発によって低消費電力となっている。さらに、運用方法によって長寿命と消費電力の削減を実現している。

2.2 色再現性

LED光源機種は、図1の色域図に示すようにNTSC(National Television System Committee)比約1.2倍の広い色再現範囲がある。従来の機種から採用しているCSC(Color Space Control)機能によって範囲内の任意な色域に制御が可能となっている。

表1. PE/XE70シリーズの仕様

		LVP-50PE70	LVP-50XE70
光 源		LED光源	
輝 度		550cd/m ²	510cd/m ²
コントラスト比		1 : 1,900	1 : 1,700
消費電力	定格	320W	270W
	Ecoモード	170W	117W
寿 命		60,000時間(Brightモード)	
電力制御		可能	
色再現範囲		NTSC比約120%	
環境面		水銀含有なし	

2.3 光 源 部

PE/XE70シリーズは、1チップDLP表示方式を採用し、従来のカラーホイールに代わりRGBのLEDを高速に順次点灯させることで映像を作り出している。投写エンジンの構成は図2に示すとおりである。LEDの光は合成光学系で集められ、映像を生成する照明光学系へと導かれる。生成された映像は投写レンズより射出される。

LED光源合成光学系は、Red, Green, Blueの各々独立した3色のLED素子から射出される光をダイクロイックミラーによって1つに合成し、インテグレート素子へ入射させる機能をもつ。インテグレート素子は光量分布を均一にする役割がある。3色の光を合成する手段として、対向するLEDの間に十字にミラーを配置するクロスミラータイプを採用した。合成光学系のレンズ構成としては、コリメータレンズ2枚+コンデンサーレンズ1枚の3枚構成となっており、その内2枚が、非球面レンズとなっている。長期的な信頼性を考慮しガラスモールドレンズを採用した。ハウジングも高剛性のアルミダイカストを採用し、光学部品の取付け精度と長期の信頼性を確保した。図3はLED光源合成光学系設計時のシミュレーション例である。シミュレーションによって光路及びレンズの最適化設計を行い光源の取り込み効率の向上を図っている。

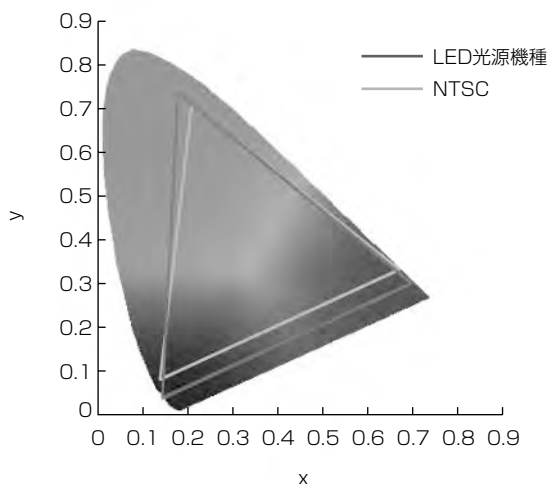


図1. LED光源の色域図

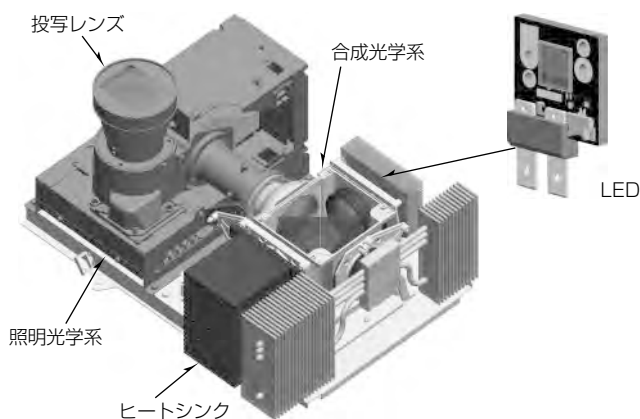


図2. LED光源搭載の投写エンジン部

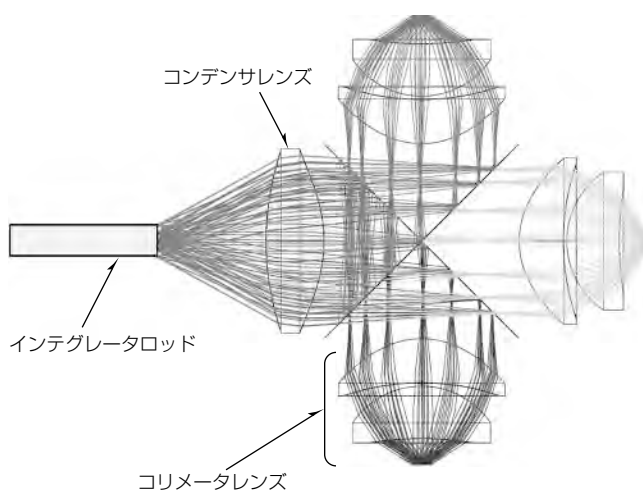


図 3. LED光源合成光学系のシミュレーション例

3. 光源の寿命評価と製品の冷却設計

今回採用した高輝度LEDは、Dieを銅製のコアボードに実装し、不活性ガスとともにガラスで封止した構造である。長期的な信頼性を担保するには、パッケージ寿命、光束維持率など様々な評価が必要である。光束維持率は、温度に依存するため、製品の冷却設計によってLED素子のジャンクション温度を目標内にすることが重要である。

3.1 LED光源の寿命評価

ジャンクション温度と寿命との関係を得ることと、LEDメーカーのデータとの整合性を確認することを目的として加速試験を行った。LED素子の内部劣化の現象をあらわすには、半導体デバイスで一般的に使用されている化学反応論モデル(アレニウスモデル)が適用できる。化学反応は温度によって加速されるため、実使用条件よりも高い温度ストレスを与えて試験を実施し、劣化現象の反応速度を高めることによって短期での寿命の推定が可能となる。

加速試験は、各素子3温度の水準で行い、その光束劣化曲線から寿命を推定し、温度に対して寿命をプロットしたアレニウスプロットを作成した。

図4に素子(Blue)の試験結果(アレニウスプロット)を示す。ジャンクション温度と寿命との関係が得られ、メーカーデータともほぼ一致し信頼性の確認ができた。

3.2 目標寿命を実現する冷却設計

LED素子の冷却系は、5年を超える寿命を目標とするジャンクション温度から冷却系の目標熱抵抗値を決定し、冷却構造の設計を行った。

冷却方式は、空冷、液冷の2方式を検討した。その結果、製品に求められる長期的な信頼性の維持やメンテナンス性を考慮して実績のある空冷方式を採用した。目標熱抵抗値を実現するため、次の2点に重点をおいて設計を行った。

- ①高性能ヒートシンクの開発
- ②エンジンユニット内部最適配置による換気効率向上

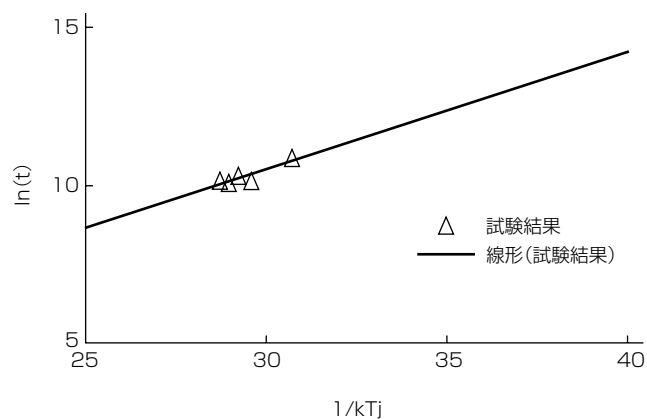


図 4. LED素子の寿命評価試験結果(Blueアレニウスプロット)

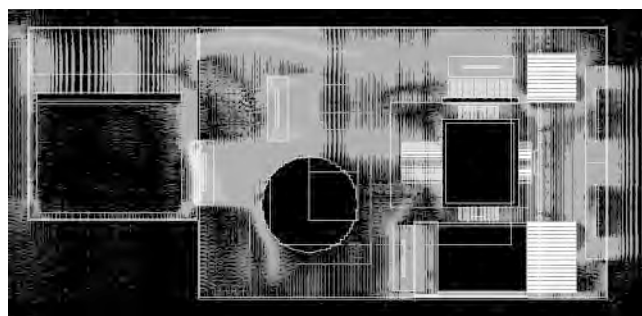


図 5. 解析結果

ヒートシンク開発ではまず、フィン形状と使用するファン性能をもとに単体解析や簡易実験によって、目標熱抵抗値を達成する基本形状を考案した。次に製品への実装状態を考慮した解析を実施することで詳細形状検討を行った。同時に、ヒートシンクの性能を引き出すため換気効率を上げる風路及び必要風速の確保(部品形状)の検討も行った。図5は、その解析結果である。

その結果、実機確認で手戻りすることなく開発が推進され、目標とする冷却性能を実現した。

また、各LEDのアレニウスプロットと製品組み込み時のジャンクション温度データからLED素子の寿命を推定した。その結果、Brightモードで60,000時間以上、Ecoモードで80,000時間以上となった。

4. マルチ構成時の冷却性能

ディスプレイウォールプロジェクトは、製品を複数組み合わせ合わせて大画面を構成しマルチビジョンとなる。通常複数台組み合わせ合わせたマルチ構成で使用されるため単体だけではなく、マルチ構成時での冷却性能も非常に重要である。投写エンジンユニットを組み込む筐体(きょうたい)の設計は、マルチ構成時に下段から上段に向け、ダクト形状になる様に排気用風路の設計が行われている。今回エンジンユニット内の風の流れを見直し換気効率が向上したことによって、マルチ構成時の製品内温度上昇の低減にも効果があった。

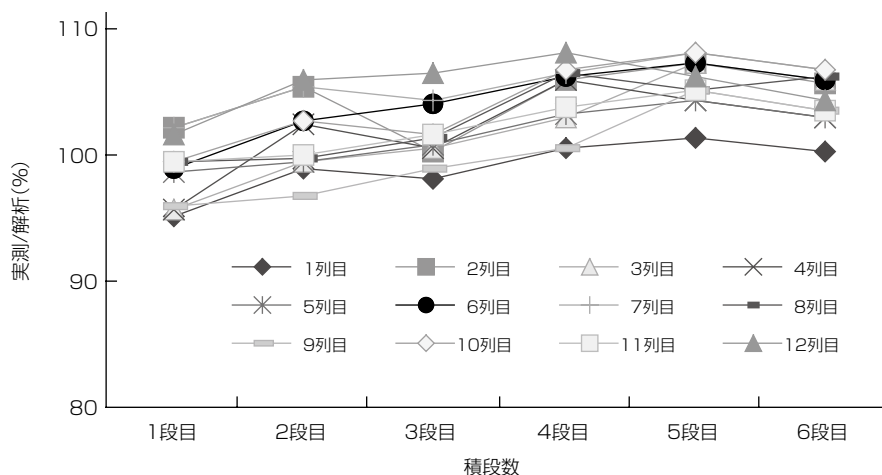


図 6. マルチ構成時の製品内温度の解析値と実測値の一致具合



図 7. 大型マルチビジョンの納入例

図 6 は縦 6 段横 12 列のマルチ構成時におけるシミュレーション結果と実測値との一致具合を示す。

上段の方で、実測値が解析結果より高めとなる結果となった。これはシミュレーションでは考慮されない周囲温度の勾配(こうばい)の影響とみることができる。このような影響を考慮すると、設計のねらいと大きく乖離(かいり)することなく妥当性が確認できる。図 7 は、実際に納入先に設置された大型マルチビジョン(50型144面)である。

5. む す び

LED光源を採用したDLP方式ディスプレイウォールプロジェクトPE/XE70で、現行機種との互換性を維持したままで、集光効率の高い合成光学系と光源寿命60,000時間(Brightモード)を達成する冷却系を開発し製品化を図った。

LED素子は、今後も発光効率の向上が見込まれ、搭載する製品の輝度の改善と省エネルギー化が図れる。

参 考 文 献

- (1) 児玉拓也, ほか: 電子機器におけるフロントローディング型熱設計—映像情報機器, 薄型テレビへの冷却設計適用—, 三菱電機技報, **84**, No.12, 677~680 (2010)
- (2) 洪江重教, ほか: データウォール用リアプロジェクト“PH70シリーズ”, 三菱電機技報, **83**, No.2, 139~143 (2009)
- (3) 岩永敏弥, ほか: ディスプレイウォールシステム, 三菱電機技報, **82**, No.4, 265~269 (2008)
- (4) 洪江重教, ほか: DLPマルチ大画面表示装置, 三菱電機技報, **78**, No.5, 332~336 (2004)
- (5) 西田信夫 著: 大画面ディスプレイ, 共立出版 (2002)

ネットワークレコーダ“NM-NV10”

池之上博美*
勢木真一*
和田泰徳*

Network Recorder "NM-NV10"

Hiromi Ikenoue, Shinichi Seki, Yasunori Wada

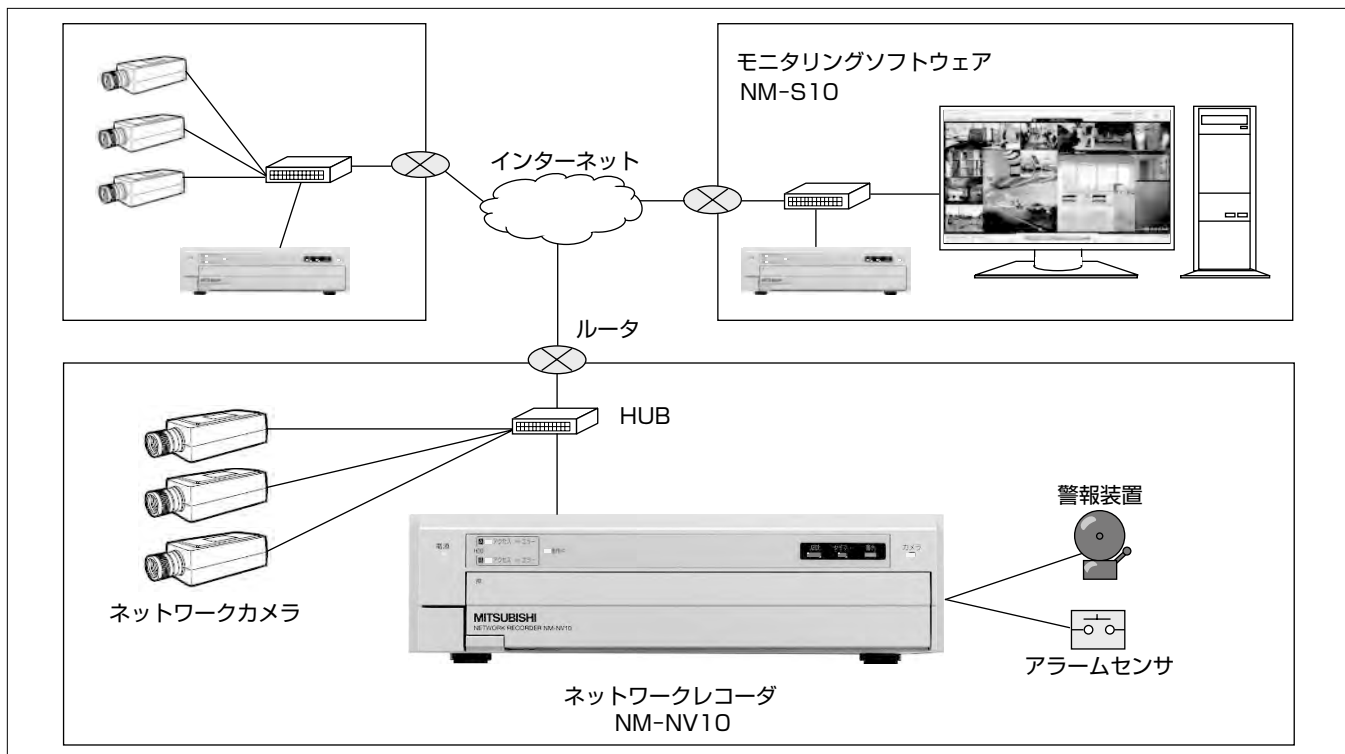
要 旨

近年、ネットワークを利用した遠隔監視システムが急速に普及してきており、ネットワークカメラやレコーダの需要が増えつつある。従来のクローズドなアナログ方式とは異なり機器配置の自由度が高く、遠隔への画像配信、また高画素なネットワークカメラを使用できるため、従来以上の監視映像の高画質化が可能になることが主な特長と言える。犯罪抑止やトラブル・犯罪の証拠保存の目的以外に、例えば流通店舗では、本店が遠隔地の支店内の運営状況を適時確認、助言や指導による店内の円滑な運営を図ったり、客観的な目で客層調査や効率のいい店内構造への見直しをしたり、マーケティングに使用するなどの活用範囲が広がっている。このような市場状況の中、遠隔監視に焦点を置いた、ネットワークレコーダ“NM-NV10”を開発した。

NM-NV10は比較的小規模な流通店舗や金融をターゲットに、安価に遠隔監視のシステムが構成できる同市場のエ

ントリー機という位置づけである。16台のネットワークカメラを1台のレコーダに接続可能で、自社に限らず他社の製品も使用できるマルチベンダー対応とし、ユーザーの用途や予算に柔軟に対応することができる。ライブ映像監視や録画データの再生は専用モニタリングソフトウェア“NM-S10”をパソコン上で操作、簡単なユーザーインタフェースを備え、機能は普段の使用には不足のないものに限定して、取扱説明書がなくても操作ができることを目標にした。NM-S10上では使用者は複数のレコーダをシームレスに操作し、カメラの画像を監視、閲覧することが可能な機能にしている。

本稿ではNM-NV10のカメラのマルチベンダー化に対応したファームウェアの構成や、記録、再生のシステムについて述べる。



NM-NV10のシステム構成例

監視録画システムはネットワークカメラの画像を保存するネットワークレコーダNM-NV10とネットワークカメラ及びモニタリングソフトウェアNM-S10で構成される。ライブモニタリングはネットワークカメラから直接NM-S10が受けて表示、カメラ操作はNM-S10から直接ネットワークカメラを制御する。記録はネットワークカメラから直接NM-NV10がデータを受けて内蔵ハードディスクに保存、カメラの動き検出によるアラーム記録も可能である。記録データの再生はNM-S10からNM-NV10にデータを送信要求しNM-S10で再生する。NM-NV10は機器異常などを検出すると外部に通知する接点端子を持ち、警報装置などを鳴動させたり、NM-S10に通知することも可能である。また、アラームセンサを接続して、接点端子によるアラーム記録も可能である。

1. ま え が き

監視用レコーダ市場でネットワークカメラを使ったシステム構築が本格的に広がりつつある。特に小規模の流通店舗では、店内での画像監視は必要なく、その代わりに地域を統括する本店や大型店から各店舗のライブ画像を監視して、犯罪抑止や証拠保存はもとより、店内の運営状況の把握や内部統制、従業員への遠隔からの指揮・指導による店の円滑運営に活用するなど用途が広がっている。そのような市場状況の中、三菱電機として初めて遠隔監視を主な用途にしたネットワークレコーダNM-NV10を開発した。

本稿ではNM-NV10の製品の特長と様々なメーカーのネットワークカメラを接続、連携動作させるためのシステムアーキテクチャや記録、再生のシステムについて述べる。

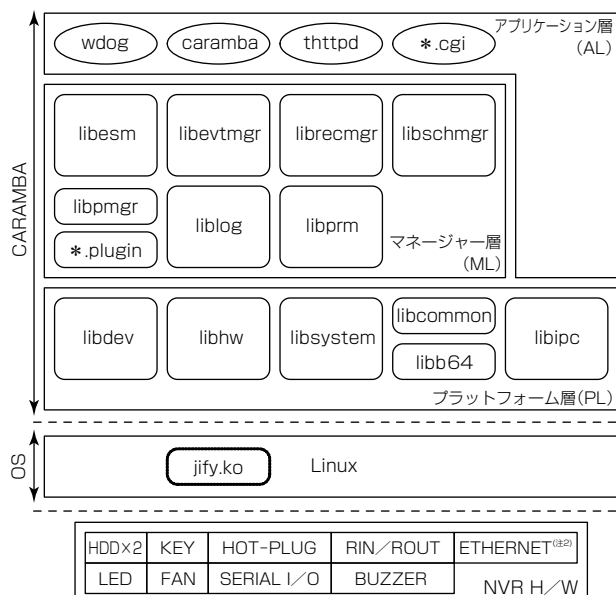
2. NM-NV10の特長

2.1 NM-NV10のカメラマルチベンダー化対応

従来のアナログシステムは映像の信号方式が共通のNTSC(National Television System Committee)であり、どのメーカーのカメラでも接続して使用することができたが、ネットワークカメラはそれぞれのメーカーで独自の通信プロトコルを用いているため、他社間の互換性はない。しかしながら、市場では“既設のネットワークカメラを使って録画装置を追加したい”とか、“予算の都合で監視場所によって複数のメーカーのカメラを使い分けしたい”など、アナログシステムと同等のフレキシビリティを要求されている。そこで、我々がネットワークカメラ対応のレコーダを開発するにあたり、ネットワークを使った遠隔監視を実現するとともに、当社製のカメラはもとより、様々なメーカーのカメラが使用できるようマルチベンダー化することを大きな要求仕様と位置づけた。

マルチベンダー化にはメーカーごとの通信プロトコルをレコーダに組み込む必要があるが、カメラは日々新製品が発売されるためレコーダは適時新しいプロトコルを導入していかなければユーザーの要求にこたえていくことができない。そこでNV10は初めからカメラプロトコルを追加していくことを想定したファームウェアのシステム構成とすることを考慮した。

図1がNV10のファームウェアの階層構成を示したものである。NV10のファームウェアはLinux^(注1)OS(Operating System)上にNV10の制御プログラム“Caramba”とウォッチドッグ(wdog)と(HTTP(HyperText Transfer Protocol))サーバで構成されている。NV10自身は画像の圧縮や検索といった機能は実装しておらず、制御プログラムには画像を管理する必要最小限の機能を持たせており、再生や検索といった動作はネットワークを介して接続されているパソコン上のモニタリングソフトウェアNM-S10からの



○：ユーザープロセス □：共有オブジェクト ◻：カーネルモジュール
(注2) ETHERNETは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

図1. モジュール階層構成

CGI(Common Gateway Interface)コマンドが制御プログラムに通知されることによって、必要な制御が実行されることになっている。

カメラとの通信処理はプラグイン(plugin)で実現することによって、様々なメーカーのネットワークカメラと制御プログラムのインタフェースを共通化している。プラグインはカメラ1機種とオブジェクトファイルが1対1に対応する。NV10は1台のレコーダでカメラを16台同時接続できるため、複数のカメラを接続した場合、カメラ数に応じて個別のプラグインをメモリにロードする。プラグインは共有オブジェクト形式としてコンパイルされているので複数のカメラで同一のプラグインを使用する場合は、1つのロードプログラムを共有できるよう効率化を図っている。また、カメラの追加、削除の際には、プラグインの部分のみ実装すればよく、ほかの機能へ影響を及ぼすことがないように実装することが可能となっている。

(注1) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

2.2 NM-NV10の記録、再生システム

NM-NV10を中核とした遠隔モニタリングシステムでは、画像記録はNM-NV10が行い、モニタリングソフトウェアNM-S10はカメラから直接ライブ画像取得し表示をする。再生はモニタリングソフトウェアがNV10から画像を取得して再生するシステムで、記録、ライブ表示の負荷分散を行い、表示速度の最適化を図った。NV10のモニタリングシステムはインターネット経由でも、監視方法や設置場所の問題、データの管理方法(遠隔二重化など)についての考え方などユーザーの要望に応じて機器のレイアウトを柔軟に対応することが可能となっている。ただし複雑な設置状態になったとしてもエンドユーザーの画像監視のための操

作が複雑にならないよう、システムとして工夫をしている。モニタリングソフトウェアNM-S10の特長は、カメラを接続しているレコーダが複数あっても、ユーザーはそれら複数のレコーダを意識せずに、カメラウィンドウ上に好きなレイアウトでカメラを配置することができるため、カメラから画像を引き出すかのような操作感で、複数のレコーダにまたがって接続されているカメラの画像を時間的に同期させて検索、再生することができる。そこで、同期再生を容易にする画像の記録フォーマットについて述べる。

図2がNM-NV10の記録システムである。カメラからプラグインタスクを経て取得した画像データはRTPデータペイロードのコピー領域を経て、制御プログラムを經由し、画像データの一時保存のためプリアラームバッファに蓄積される。その後、画像データをNV10システムで扱うためのCBL（キュービクル）という最小データ単位へ変換する。CBLは容量2MBサイズで画像データを時系列に保存していく。その際、図4のようにカメラ番号ごとに並び替えたりはせずキャプチャーした順に時系列に記録する。

画像再生はモニタリングソフトウェアNM-S10からCGI
コマンドをNM-NV10に送信することによって、再生開始
の時間情報を送信し先に述べた該当CBLデータを取得する。

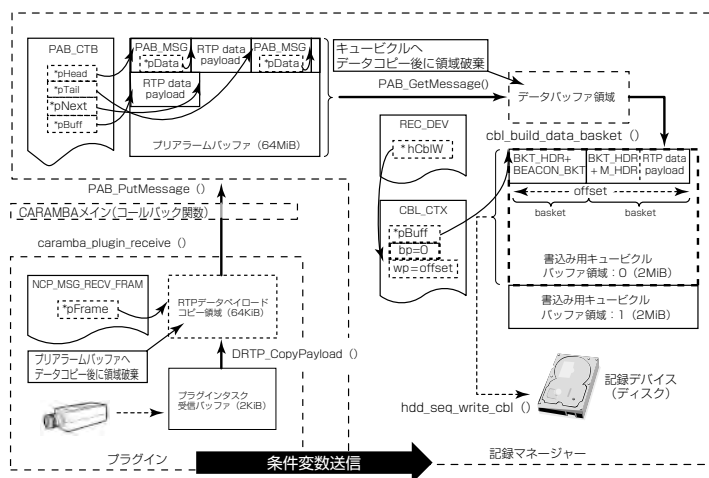


図2. 記録システム

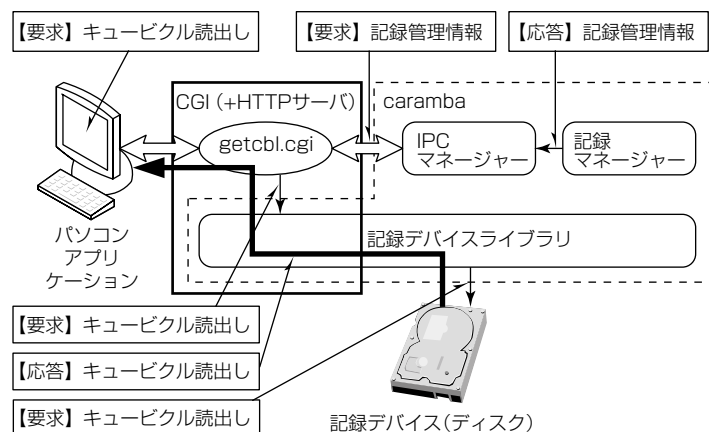


図3. 再生システム

CBLデータは該当CBLと一つ先のCBLを同時に取得し、最初のCBLデータ再生が終わると、さらに一つ先のCBLデータを取得して、再生を継続するシステムとなっている(図3)。

CBL内のデータ列の模式図を図4に示す。時系列にキャプチャーした各カメラの画像データはCBL内に混在している。再生は記録された順番にデータを読み出しカメラごとに動画を構築していく。このフォーマットの利点は、同時記録したカメラの画像をマルチ画面の再生時に時間同期させることが非常に簡単になることである。録画データを順次ハードディスクから読み出し、順番に再生すれば時間同期をさせたのと同様に再生することができる。これは1台のレコーダの再生だけではなく、複数のレコーダにまたが

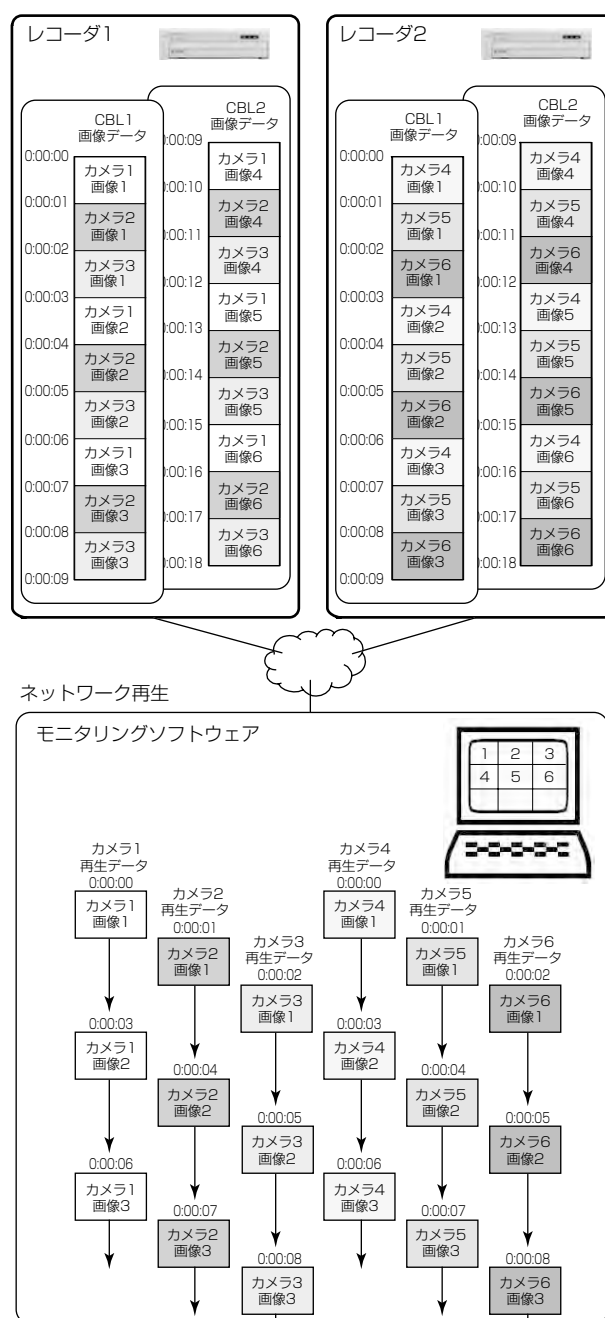


図4. データフォーマットとネットワーク再生

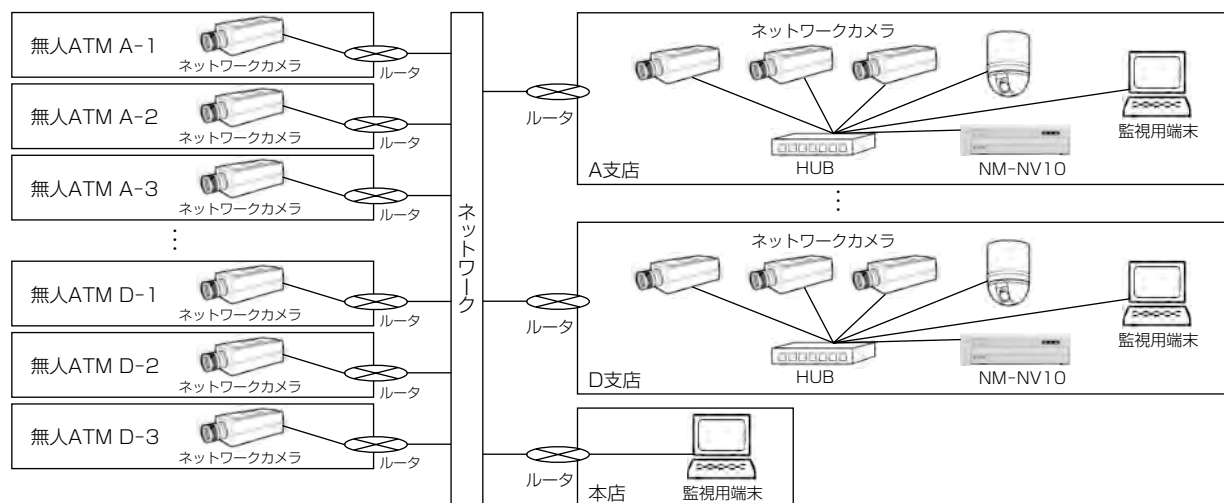


図5. 遠隔監視導入事例

って再生する場合も、1台のときと同様に時間同期が簡単になる。例えばレコーダ1と2のレコーダの同じ時刻の画像を再生する場合、モニタリングソフトウェアは両方のレコーダに再生を開始したい時間を指定して検索をする。検索したあとはレコーダ1及び2から時系列にしたがってCBLデータを一括でダウンロードし、パソコン内で順次再生をすれば、静止画コーデックでも動画コーデックであっても、複数カメラでのマルチ画再生を容易に実現することができる。

3. 導入事例

中規模の遠隔監視システム案件として受注した、NM-NV10を使用した導入事例について述べる。

某金融機関向遠隔監視システムとして、本店1か所に監視用端末を設置、支店4か所(A, B, C, D)にネットワークレコーダNM-NV10、監視用端末、ネットワークカメラ4台を設置、店外ATM(Automatic Teller Machine)8か所、その他支店内ATM8か所にネットワークカメラを設置し、VPN(Virtual Private Network)によって接続したシステムである(図5)。

従来のアナログ方式で無人ATMコーナーの監視カメラ映像を記録するためには、ATMコーナーごとに監視用レコーダを設置する必要があったが、無人であるため機器の管理の問題、またATMコーナーは狭いことから箱物の設置を敬遠されていた。遠隔監視システムの導入によって無人ATMコーナーにはネットワークカメラのみ設置し、ネットワークレコーダを各支店に設置することによって上記問題を解決するとともに、各支店では管轄の無人ATMコーナーを映像で確認することが可能となり、閉じ込め事故防止など顧客サービスの向上を達成した。また、本店では各支店、各無人ATMコーナーなどすべてのカメラのライブ映像、並びに各支店のレコーダの録画映像の確認が可能

となり、本店からの遠隔監視も可能とした。

従来方式での問題点の解決、顧客サービス性の向上、ATMコーナー設置のレコーダ不要による客先導入コストの削減ならびにVPNによる運用コストの削減によって案件受注を達成した。

4. む す び

本稿で述べたネットワーク監視システムではオープンネットワークの対応として、マルチベンダー化を選択した。NM-NV10システムでは数社、数十種類のカメラ対応のために、各メーカーから提供を受けたSDK(Software Development Kit)をベースにして、個々にソフトウェアでの合わせこみを実施したが、今後、拡大する市場に対して多品種のカメラに対応するには、非常に時間がかかり効率的でない。そんな中、ネットワークカメラメーカーが中心となりネットワークカメラの共通規格ONVIF(Open Network Video Interface Forum)が提案された。すでに200社以上が参加している規格であるが、当社も2010年秋にユーザー会員として登録をし、ONVIFに関する情報を収集し始めた。ONVIFはネットワークカメラとクライアントの間で共通のプロトコルでカメラの能力や性能、機能などの情報をやり取りすることができるため、ONVIFに適合したカメラであれば個別の合わせこみの省力化が期待できるので、ネットワークレコーダシステムへの適用について、注目したい技術である。

アナログ方式の場合はレコーダが中心となり、監視装置の大部分の機能をとりこんでいたが、ネットワークレコーダのシステムの場合は、カメラ自体が画像解析機能を搭載するなど高機能化が進められている現状もあり、カメラとレコーダ、及びモニタリング(ソフトウェアやモニタ)を効率よく機能分担させて、それぞれをいかに活用するかを考えていくことが今後の課題である。

プレミアムマルチメディアディスプレイ “MDT231WG”

中川智洋*
井出智朗*

Premium Multi Media Display “MDT231WG”

Tomohiro Nakagawa, Tomoaki Ide

要 旨

近年の液晶ディスプレイは、高画質化やAV(Audio Visual)機器接続用のHDMI^(注1)(High-Definition Multi-media Interface)端子搭載などが進み、迫力ある動画やゲームなどを楽しむユーザーから、動きの速い映像を残像感なくクッキリとなめらかに表示する動画性能を求められている。また、ゲームの形態も、ゲーム専用機のゲームのみならず、パソコンゲームやインターネットを使用した双方向ゲームなど多岐にわたってきており、縦型ゲームを楽しむユーザーも少なからず存在する。

そこで、三菱電機では、120HzIPS(In-Plane Switching)パネル、倍速補間技術、LED(Light Emitting Diode)バックライト制御を組み合わせ、動画性能を追求した新動画ブレ抑制技術“MP ENGINEⅢ”及び新超解像技術を始め様々

(注1) HDMIは、HDMI Licensing LLCの登録商標である。

な高画質技術を凝縮した“ギガクリア・エンジンⅡ”を搭載したプレミアムマルチメディアディスプレイ“VISEO”シリーズ“MDT231WG”を2010年11月に発売した。特に、“MP ENGINEⅢ”の“MP MODE：レベル3”では、独自の画像処理とLEDバックライトプリンキングを組み合わせることによって、インパルス型表示であるブラウン管に近い動画表示性能を実現し、動画応答時間(MPRT)は、従来モデルである“MDT243WGⅡ”の10msから5.5msに大きく向上した。また、機構面では、スピーカーやコネクタ端子の位置を保ちながら、画面部を縦型表示にできる“リフティングターン”機構を搭載し、縦型シューティングゲームにも対応させた。

これからも、高性能・高画質・高機能を求めるユーザーの要求にこたえて、さらなる進化を遂げていきたい。



プレミアムマルチメディアディスプレイ“VISEO”シリーズ“MDT231WG”

プレミアムマルチメディアディスプレイ“VISEO”シリーズ“MDT231WG”の外観写真である。左は、横型表示時の正面写真で、右は、リフティングターン機構によって縦型表示にしたときの正面写真である。

1. ま え が き

近年の液晶ディスプレイは、高画質化やAV機器接続用のHDMI端子搭載などが進み、迫力ある動画やゲームなどを楽しむユーザーから、動きの速い映像を残像感なくクッキリとなめらかに表示する動画性能が求められている。2010年11月に発売したプレミアムマルチメディアディスプレイMDT231WGは新動画ブレ抑制技術“MP ENGINEⅢ”と新超解像技術と高画質技術を凝縮した“ギガクリア・エンジンⅡ”を搭載することで、これらユーザーの声にこたえた。また、スピーカーやコネクタ端子の位置を保ちながら、画面部を縦型表示にできる“リフティングターン”機構搭載で縦型シューティングゲーム対応などディスプレイ活用の幅を広げることができた。

本稿では、これらMDT231WGの主機能である“MP ENGINEⅢ”“ギガクリア・エンジンⅡ”“リフティングターン”機構について述べる。

2. MP ENGINEⅢ

2.1 MP ENGINEⅢの概要

“MP ENGINEⅢ”は、残像感を低減し、動きの速い映像をなめらかにクッキリと表示させる動画ブレ抑制技術であり、IPS120Hz 液晶パネル、120Hz倍速補間技術、LEDバックライト制御技術を組み合わせたものである。“MP MODE”の“レベル1”“レベル2”“レベル3”としてユーザーが選択可能な機能で、その内容は表1のとおりである。

表1. MP MODE

MP MODE	倍速補間	LEDバックライト制御
レベル1	単純2度書き	スキャンニング
レベル2	120Hz倍速補間	スキャンニング
レベル3	単純2度書き	ブリンキング

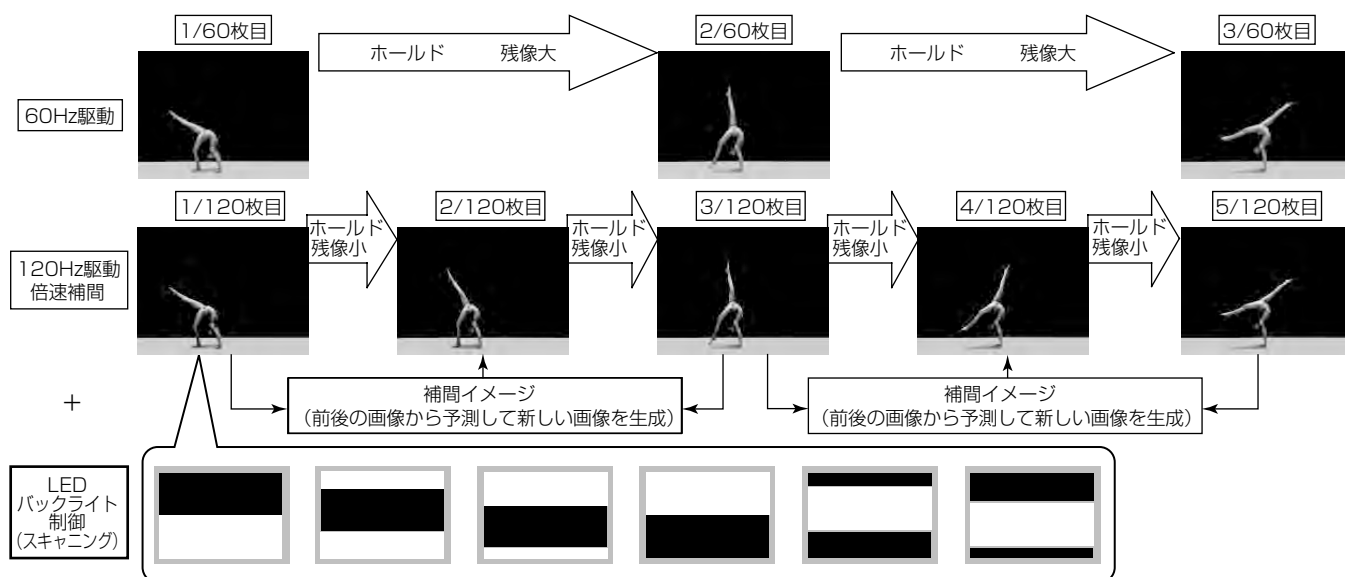


図1. MP MODE レベル2の動作イメージ

2.2 レベル1

倍速補間を行わず、入力された映像信号を単純に2度書きすることで表示遅延を抑えるとともに、LEDバックライトスキャンニングを適用することで、残像感を低減するモードである。残像感低減の効果としては、3つのモードのなかで最も低い。

2.3 レベル2

120Hz倍速補間とLEDバックライトスキャンニングを組み合わせることで、120Hzの2倍の240Hz駆動相当のなめらかな映像を実現し、残像感を抑えている。動作イメージを図1に示す。

まず、入力される60Hzの映像から倍速補間回路を用いて前後の画像から予測した新しい画像を生成し、120Hz倍速補間を行う。補間画像を挿入することで、残像感は低減されなめらかな画像が得られるが、このモードではLEDバックライトスキャンニングを併用させることで、さらなる残像低減を実現している。

2.4 レベル3

単純2度書き画像とLEDバックライトブリンキングを組み合わせることで、MPRT5.5msという非常に高い動画応答性能を実現している。動作イメージを図2に示す。

このモードでは、まず、入力された映像信号に対して倍速補間を行わずに単純に2度書きする。一見、倍速補間を行わないで単純に2度書きすることは、動画応答改善にとって逆効果のように思える。しかし、この“単純2度書き”こそ、MPRT5.5msを生み出す最大の要因となっている。液晶パネルは以前より改善が進んでいるとは言え、120Hz駆動時の1フレーム(8.3ms)時間内に、画面上すべての液晶の応答が完了し終えない。すなわち、倍速補間を行っても、前フレームの液晶応答が完了していない状態で次のフレームの画像を表示し始めるため、液晶応答変化過程が目

に入り、それが残像感を引き起こす。バックライトスキヤニングを行っても、この要因による残像感は完全にはなくなる。“単純2度書き”は、これを克服している。奇数フレームと偶数フレームを全く同じ画像で液晶パネルに入力することで、奇数フレームで応答を開始した液晶は、偶数フレームでは入力画像に全く変化がないため、全く反応せずそのままの表示を続ける。つまり、“単純2度書き”は、奇数偶数2フレームを使うことで液晶応答の時間稼ぎをし、画面上すべての液晶応答が完了した期間を作り出すための手段になっている。液晶が変化している状態を表示せず、液晶変化がない状態、つまり液晶が完全に安定している状態を表示すれば、目に映る残像感は大きく低減される。すなわち、液晶が変化している期間はバックライトを消灯し、安定している期間のみバックライトを点灯すれば残像感は大きく低減されることになる。これが、このモードの第二の手段であるLEDバックライトプリンキングである。

図3は、この動作をわかりやすく説明したものである。

また、図4は、大塚電子製MPRT測定器：MPRT-1000を用いて測定したレベル3でのMPRT測定結果のグラフであり、MPRTは5.5msとなっている。

3. ギガクリア・エンジンⅡ

従来機種では“ギガクリア・エンジン”として、超解像技術、ダイナミックコントラスト補正技術、局所コントラスト補正技術、色変換技術、階調数拡散処理技術を搭載し高画質を実現することで、市場で評価されていたが、MDT231WGには、この高画質化処理を更に進化させた“ギガクリア・エンジンⅡ”を搭載している。新しく搭載した技術は、新超解像技術、解像度判別、エリアコントラスト、ブロックノイズリダクション技術、肌色検出である。

3.1 新超解像技術

従来の超解像処理ではちらつきが発生しやすい箇所を、

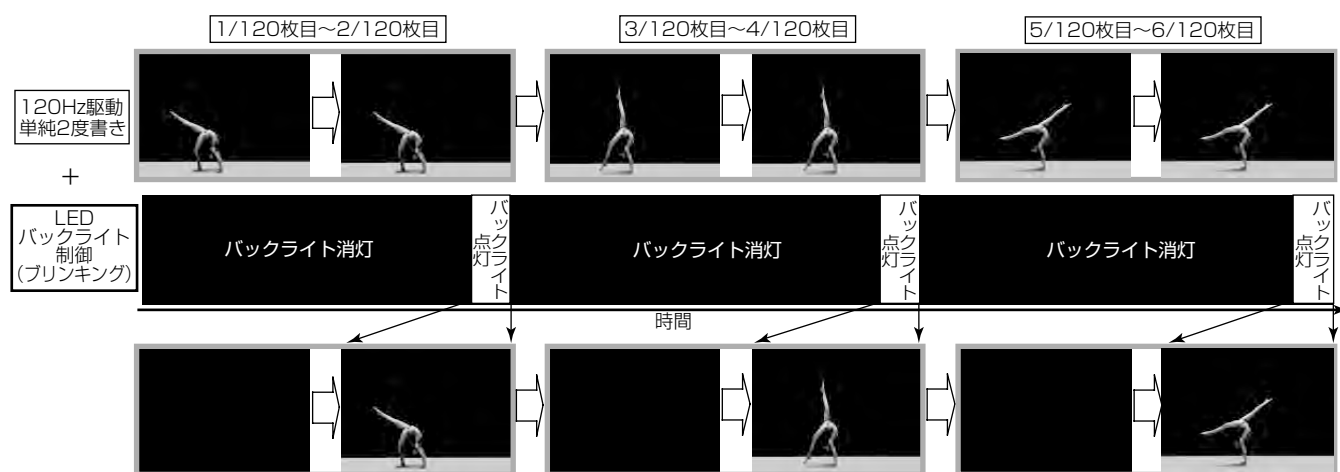


図2. MP MODE レベル3の動作イメージ

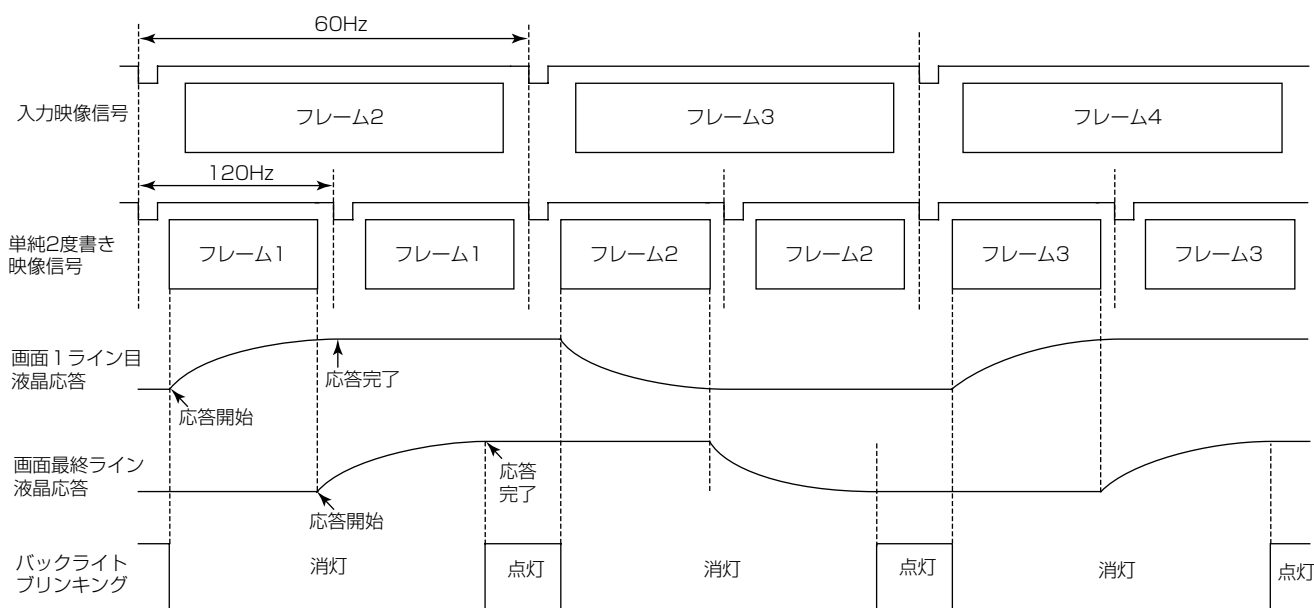


図3. MP MODE レベル3の動作

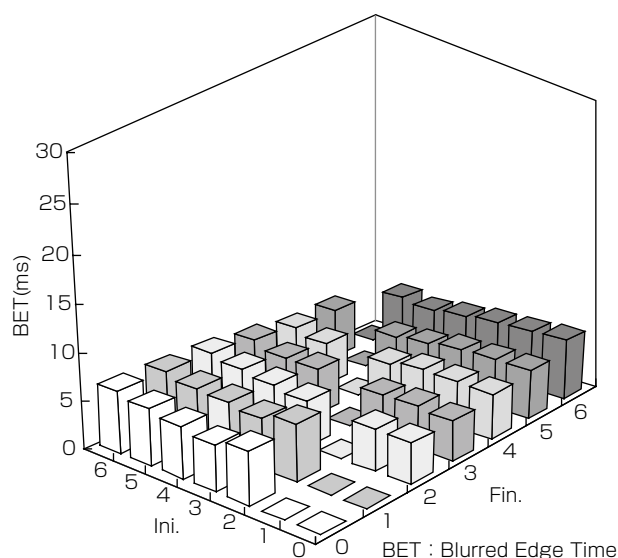


図4. MP MODE レベル3のMPRT測定結果

自動で検知し、超解像処理を部分的に抑えることで、より自然な解像感を実現した。

3.2 解像度判別

超解像レベル、エリアコントラスト、ブロックノイズの各調整範囲を入力される映像の解像度に合わせて自動で設定することで、入力解像度に適応した画質設定を可能にした。

3.3 エリアコントラスト

画面内を数千のエリアに分割し、それぞれのエリアで細かくコントラストを設定することで、従来搭載しているダイナミックコントラスト機能との連携によって、全体のコントラスト感を向上させながら、映像の細部のコントラストもしっかりと表現可能となった。

3.4 ブロックノイズリダクション技術

ネット画像にありがちな強烈なブロックノイズを、MPEG (Moving Picture Experts Group) ノイズリダクション技術によって低減し、低解像の映像でも見やすく表示させる。

3.5 肌色補正

従来の超解像技術では、人物のしわや体毛等が強調され自然さに欠けていたが、肌色部分を自動で検出し、検出部分の超解像効果を抑えることで、自然な人肌を表現可能とした。

4. リフティングターン

従来の縦型表示は画面部だけでなく、コネクタ端子を含むシャーシ部もいっしょに縦型になるため、縦型表示する場合は、コネクタ端子に接続されているケーブルの引き回しに注意する必要があるが、頻繁に縦型表示できなかった。

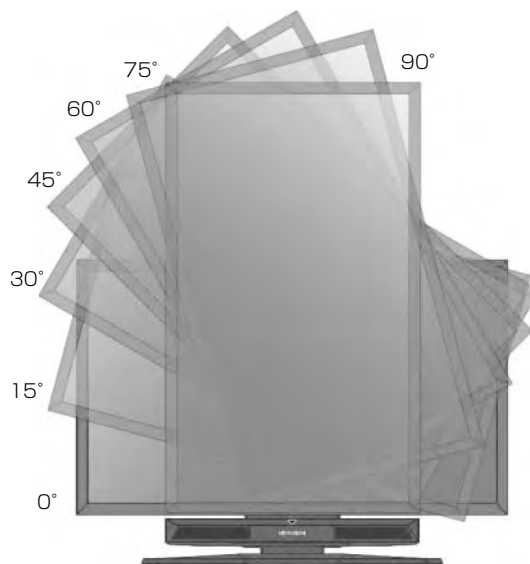


図5. リフティングターンの軌跡

また、縦型表示できる機種では、ステレオスピーカーが左右配置にできない理由から、ステレオスピーカーが内蔵されている機種がほとんどなく、ステレオスピーカーが付いている場合は、着脱式であった。

このディスプレイでは、3 W + 3 Wステレオスピーカーに加え、迫力ある低音を再生する5 Wのサブウーファーを搭載し、ゲームも映画も、美しい映像を臨場感のあるサウンドで楽しめる。また、HDMI端子2系統、D5端子等の豊富な入出力端子を装備しているため、スピーカーやコネクタ端子の位置を保ちながら、画面部のみを縦型表示にできる独自の機構を開発した。この機構の搭載によって、スピーカーやコネクタ端子の位置を気にすることなく、縦型シューティングゲームを迫力あるフル画面で表示でき、ゲームに集中できる(図5)。

また、見やすく疲れにくい高さや角度調節が可能なスタンドも装備しており、スタンドのベースサイズを小さくするため、横型表示のみ高さ調節可能となる機構も搭載し、省スペース化にも配慮している。

5. むすび

“MP ENGINEⅢ”“ギガクリア・エンジンⅡ”“リフティングターン”機構は、ゲームユーザーを念頭に置いた高画質マルチメディアディスプレイを追求した末に実現し搭載された技術である。

“MP ENGINEⅢ”と“ギガクリア・エンジンⅡ”は、動画性能を飛躍的に向上させた。また、“リフティングターン”機構は、ディスプレイの用途の幅を大きく広げた。これからも、高性能・高画質・高機能を求めるユーザーの要求にこたえて、さらなる進化を遂げていきたい。