

ハイビジョン2番組同時録画を実現した HDD/DVDレコーダとストレージを支える将来技術

New HDD/DVD Recorders and Core Technologies for Storage

島上 和人 Kazuto Shimagami
笹生 泰弘 Yasuhiro Sasao

門間 淳也 Jun'ya Momma
福島 秋夫 Akio Fukushima



HDD/DVDレコーダ「Woooシリーズ」の新製品

地上デジタル、BS (Broadcasting Satellite) デジタル、およびCS (Communication Satellite) 110度デジタル放送それぞれに対応するチューナーを2系統搭載し、ハイビジョン高画質の2番組同時録画を実現したHDD (Hard Disc Drive) 内蔵型DVD (Digital Versatile Disc) レコーダ DV-DH1000W の外観を示す。

DVDレコーダの国内需要は、2004年度に438万台 (前年比200%)、2005年度に600万台 (前年比137%)、実績と日立製作所見込みと急速に普及が進んでいる。また、地上デジタル放送への要求も強く、今後は、デジタル放送対応の映像記録機器が主流になると考えられている。

日立製作所は、「Woooシリーズ」の製品展開として、2004年から地上デジタル放送対応のHDD/DVDレコー

ダを中心に、DVDレコーダ事業へ本格参入した。2005年には、日立グループが所有しているキーコンポーネントをベースに、ハイビジョン映像を2番組同時に録画する高画質記録技術や、業界最大容量のHDD搭載による大容量記録技術に加え、録画した多数の番組から再生する番組を簡単に探し出す操作性を追求したユーザーインターフェース技術を開発した。

1 はじめに

2003年に開始した地上デジタル放送は、受信可能地域の拡大が順調に進み、2006年末には全国の県庁所在地で受信できるようになると見込まれている。最近では、多くの番組がハイビジョンで放送されており、家庭でハイビジョン高画質のテレビ番組を楽しむようになりつつある。

DVD (Digital Versatile Disc) レコーダでも、2004年末から地上デジタル放送対応ハイビジョンレコーダが本格的に立ち上がり、DVDレコーダに占める比率が急速に高まっている。

日立製作所は、2004年10月に、地上・BS (Broadcasting Satellite) 110度CS (Communication Satellite) デジタル放送対応の、HDD (Hard Disc Drive)

DVDハイビジョンレコーダを製品化し、いち早くこの市場に参入した。しかし、急速な市場の拡大とともに、競争も激化してきている。

ここでは、DVDレコーダの市場動向と、ハイビジョン対応HDD/DVDレコーダ「Wooo (ウー) シリーズ」の新製品の特徴、およびそのキー技術について述べる。

2 DVDレコーダの市場動向

地上デジタル放送の受信が可能となる地域は順調に拡大し、2005年末には約57%の世帯で受信できるようになると予測されている。

これに伴い、地上デジタル対応ハイビジョンレコーダのDVDレコーダに占める構成比も急速に高まり、2004年第3四半期の2.5%から、2005年第2四半期で6.4%、金額

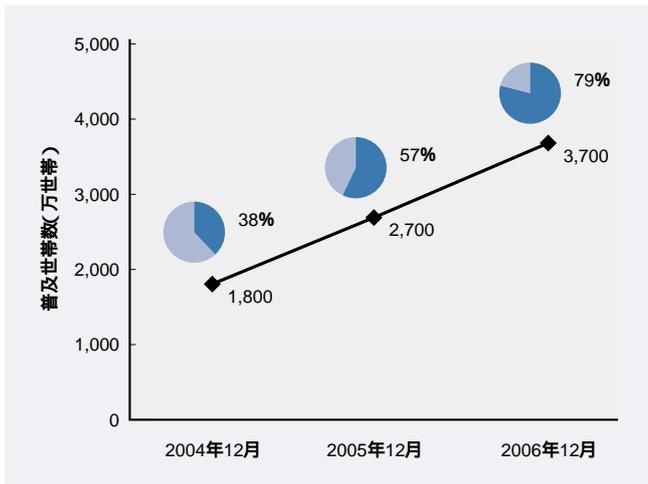


図1 地上デジタル放送の受信可能世帯数推移
2004年12月1日の総務省報道資料「地上デジタルテレビジョン放送開局ロードマップ(県庁所在地)の公表について」による「視聴可能世帯数(目安)の推移を示す。

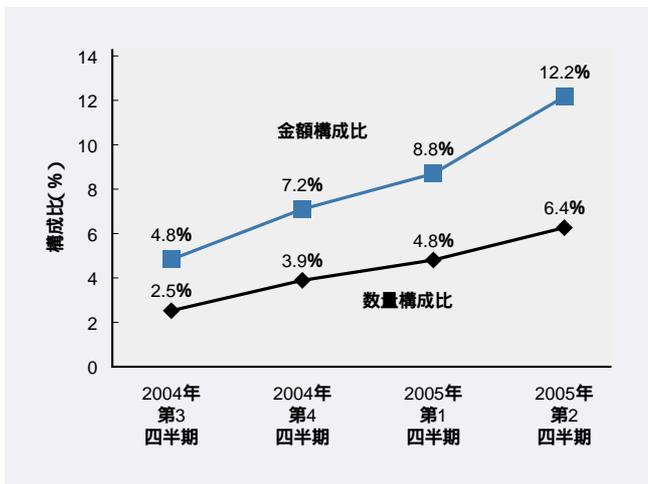


図2 地上デジタル放送対応レコーダの構成比推移
わが国のDVD(Digital Versatile Disc)レコーダの販売実績に占める、地上デジタル放送対応レコーダの構成比(数量構成比および金額構成比)を示す(日立製作所調べ)。

構成比では12.2%まで拡大している。今後も各社からの参入により、構成比は伸びるものと予測できる(図1、図2参照)。

3 地上デジタル放送対応「Woooシリーズ」新製品の特徴

3.1 大容量HDD(1Tバイト)搭載

デジタルハイビジョン信号のビットレートは約20Mビット/sであり、通常のDVD画質のSD(Standard Definition)画像に比べ、約4倍の情報量がある。2004年10月に製品化した「DV-DH400T」では、400GバイトのHDDを搭載し、約40時間のハイビジョン録画を実現した。新シリーズでは、さらに大容量化を進め、ハイエンドモデル「DV-DH1000W」では、業界最大容量の500GバイトのHDD

を2台搭載することで、HDD/DVDレコーダとして業界最大容量の1Tバイト、地上デジタル放送のハイビジョン録画では約120時間の録画を実現している。また、低ビットレート録画での高画質化技術により、EPモード(長時間録画モード)では、最長1,700時間の録画を可能とし、1日4時間録画しても425日分と、1年間以上、容量を気にしないで多数の番組を録画することができる。

3.2 デジタル放送2番組同時録画

大容量化の一方で、複数の番組を同時に視聴、録画したいというニーズも高まっている。

DV-DH新シリーズでは、地上デジタルチューナと、BS・110度CSデジタルチューナをそれぞれ2系統搭載することで、二つのデジタル放送を同時に選局することを可能としている。これにより、デジタル放送を同時に2番組録画したり、デジタル放送を視聴しながら、裏で別のデジタル放送番組を録画したりすることができる。特に、放送時間の変更によって予期せず録画したい番組が重なる場合にも、二つの番組を同時に録画することができるため、失敗することなく、予約録画ができる。

新シリーズでは、ハイビジョンでの2番組同時録画を含めてデジタル・デジタルの同時録画だけでなく、デジタル・アナログの2番組同時録画にも対応させたほか、同時録画動作中の追いかけ再生も実現している。

3.3 自動フォルダ分け機能「ワケ録」

大容量HDD搭載や、2番組同時録画機能で多数の番組を録画できるようになると、それらの中から目的の番組を簡単に探し出し、再生できる機能が必要となる。

新シリーズでは、録画した番組を、番組のタイトル名によって自動整理する「ワケ録」機能を搭載し、目的の番組を簡単に探すことができる。この機能は、リモコン上の専用ボタン(「ワケ録」ボタン)を押すと、図3に示すGUI



図3 「ワケ録」ナビゲーション表示画面例
「ワケ録」操作時の表示画面を示す。左端を第一階層とし、分類の種別を選択する。分類種別として「番組名」を選んだ場合、第二階層に番組名ごとのフォルダ形式を表示し、選択したフォルダに含まれる番組を右側に6番組サムネイル表示する。

(Graphical User Interface)画面のように、録画済み番組をフォルダ形式で整理して表示する。その最大の特徴は、番組の整理はデジタル放送の番組情報を基に行い、ユーザーによる操作を必要としない点である。番組の整理は、タイトル名のほかに、ジャンル別、チャンネル別や、ユーザー別、視聴状況別(未視聴・視聴済みの分類)にも対応している。

さらに、「ワケ録」機能では、目的の番組を再生する機能のほか、連続ドラマなど複数の番組を一括してダビングしたり、視聴済みの番組を一括して削除したりすることも可能である。

4 デジタル放送2番組同時録画システム

4.1 システム構成

デジタル放送を2番組同時に録画するためには、従来のデジタル放送対応レコーダのシステムに加え、TS (Transport Stream) 形式の信号で2系統同時にHDDへの録画を可能にするとともに、表示出力用とダウンコンバート録画用として2系統同時にデコードできるようにする必要があり(図4参照)。

「Woooシリーズ」新製品のハードウェアでは、これを実現するために、以下の特徴を持たせた。

(1) チューナ部

(a) 新開発の3in1チューナを2個搭載することにより、BS・110度CSデジタル放送2系統、地上デジタル放送2系統、および地上アナログ放送の選局を行う。

(b) BS・110度CSデジタル放送と地上デジタル放送信号は、それぞれ8PSK(Phase Shift Keying)、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex) 復調により、TSへ変換する。

(2) ストリーム・メディア制御部

(a) 受信したデジタル放送のTSをHD(High Definition)デコーダへ転送するとともにHDDに記録、また、HDDから再生したTSをHDデコーダへ転送する。

(b) デジタル放送のTSでは2系統を同時に記録またはデコード処理を行うため、デスクランブルを並列に

行う。

(c) HDDへ記録するためのローカル暗号化と復号化を行う。2番組の同時録画と、同時録画中の再生動作を可能にするため、最大2系統の暗号化と1系統の復号化の並列処理に対応する。

(3) ハイビジョンデジタル放送用デコーダ

(a) 受信したデジタル放送のTS、およびHDDから再生されたTSをデコードし、テレビへ表示出力する。

(b) デジタル放送の2番組同時録画を行う場合に、一つの番組はダウンコンバート録画することを可能とするため、表示用出力に対しては、TSをフルデコードすることにより、ハイビジョン高画質の出力を行う。同時に別のTSのハーフデコード処理を行うことにより、ダウンコンバート録画用出力に対応する。

5 500 Gバイト HDD “Deskstar 7K500”

5.1 開発のねらい

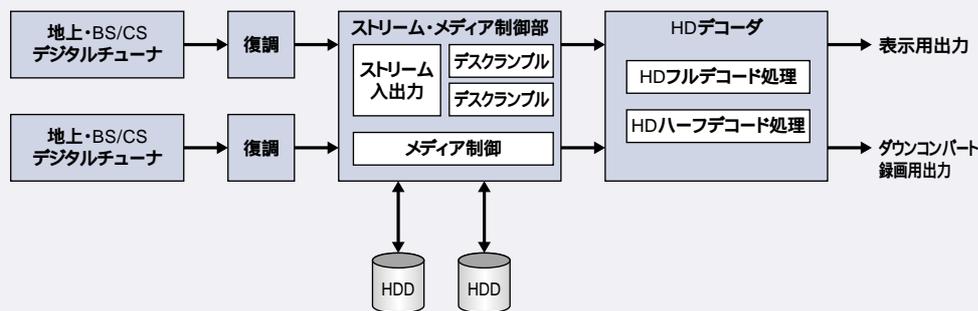
AV(Audio-Visual)機器に搭載されるHDDには、大容量とともに、高い読み書き性能が要求される。

株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ(以下、日立GSTと言う)は、2004年3月に、当時業界最大容量かつ業界最高水準の性能を持った、400 Gバイト3.5型HDD“Deskstar 7K400”を発売した。

この製品は、それまでの最大容量が250 Gバイトであった3.5型HDDの容量を飛躍的に増大させることにより、録画時間の延長と、さらに高画質での長時間録画というHDDレコーダの機能向上に貢献した。

折しも2003年12月に地上デジタル放送が開始されたこともあり、高画質なコンテンツを長時間録画することに対する要求がますます強まり、結果としていっそう大容量のストレージデバイスが求められることになった。

そのため、日立GSTは、記憶容量を25%高め、業界最大容量かつ業界最高水準の性能を持った、500 Gバイト3.5型HDD“Deskstar 7K500”を2005年4月に開発した。これにより、“Deskstar 7K400”の後継機として、高



注:略語説明

BS(Broadcasting Satellite)
CS(Communication Satellite)
HD(High Definition)
HDD(Hard Disc Drive)

図4 デジタル放送2番組同時録画システムの構成

地上、BS、および110度CS対応デジタルチューナをそれぞれ2系統搭載し、2番組同時録画に対応したシステムの構成を示す。

い読み書き性能を維持したまま、2台搭載による1 Tバイトの記憶容量を達成し、ハイビジョン放送を高画質のまま長時間録画再生することを可能とした。

5.2 高密度化のための主要技術

前述したように“Deskstar 7K500”は、従来機の“Deskstar 7K400”をベースに、25%の記憶容量の向上を実現している(表1参照)。

そのための技術の一つに、スリットシュラウドがある(図5参照)。これは、“Deskstar 7K400”で採用したエアスポイラや垂直壁と同様に、磁気ディスクが回転した際に発生する空気の乱流を抑制する技術である。これにより、ヘッド位置決め精度を約10%改善することができた。

5.3 大容量化への今後の技術

HDDを搭載したAV機器の需要は、少なくともここ数年間は拡大し続けると考えられる。そのため、HDDに求められる要件として大容量化は必須であり、HDDの容

量そのものが、AV機器のセールスポイントとなることもしばらく続くと思われる。

その要求を実現するための有望な技術の一つとして、垂直磁気記録技術がある。これは、これまで磁気ディスクの水平方向に記録していたデータビットを、磁気ディスクの垂直方向に記録するもので、小さな面積にさらに多くの情報を記録でき、いっそう高密度な記録が可能になる。

日立GSTは、この技術をはじめとするさまざまな技術を駆使し、3.5型HDD1台当たり1 Tバイトの記憶容量を早期に達成することを目指している。

6 DVDスーパーマルチドライブ “GSA-4166B”

6.1 開発のねらい

すべてのDVDフォーマットに対応したスーパーマルチドライブとして、2004年、HDD/DVDレコーダ DVD-DH400Tに搭載し好評を博した“GSA-4120B”に続き、2005年はさらに進化した“GSA-4166B”を開発した。

6.2 特徴

今回開発した“GSA-4166B”(図6参照)では、記録速度をさらに向上させ、現時点で規格化されているDVDの

表1 Deskstar 7K500とDeskstar 7K400の仕様比較
2004年に製品化した400 Gバイト機との仕様比較を示す。面記録密度の向上により、記憶容量の向上を実現している。

項目	Deskstar 7K500	Deskstar 7K400
記憶容量	500 Gバイト	400 Gバイト
ディスク枚数	5	5
ヘッド本数	10	10
面記録密度	118 Mビット/mm ²	96 Mビット/mm ²
平均シーク時間	8.5 ms	8.5 ms
平均回転待ち時間	4.17 ms	4.17 ms
ディスク回転速度	7,200 r/min	7,200 r/min
記録方式	PRML	PRML
媒体記録データ転送速度	817 Mビット/s	757 Mビット/s
データバッファ容量	8 Mバイト	8 Mバイト
アイドル時騒音	3.1 B	3.1 B
アイドル時消費電力	9.0 W	9.0 W

注:略語説明 PRML(Partial Response Maximum Likelihood)

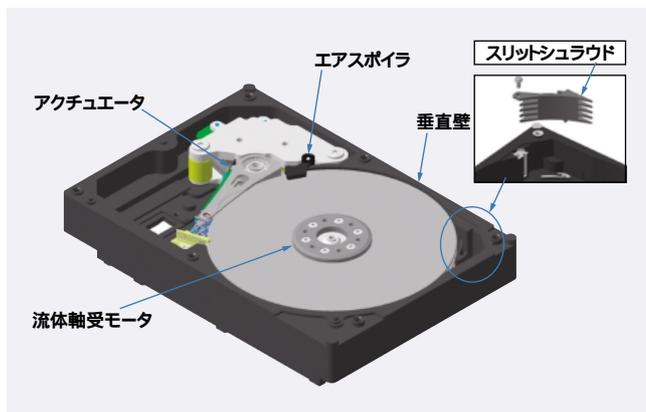


図5 スリットシュラウドなどの位置関係
Deskstar 7K400で採用した、エアスポイラや垂直壁などに加えて、Deskstar 7K500では、スリットシュラウドを採用して、さらに高い位置決め精度を達成している。



	記録(倍速)	再生(倍速)
DVD-ROM(SL)	-	16
DVD-ROM(DL) ¹	-	8
DVD-R	16	10
DVD-R(DL) ¹	4	8
DVD-RW	6	8
DVD-RAM	5	5
+R(SL)	16	10
+R(DL) ²	4	8
+RW	8	8
CD-ROM	-	40
CD-R	40	40
CD-RW	32	40

注:略語説明ほか ROM(Read-Only Memory)、SL(Single Layer Disc)、R(Recordable)、RW(Rewritable)、RAM(Random Access Memory)

*1 DL(Dual Layer Disc) *2 DL(Double Layer Disc)

図6 DVDスーパーマルチドライブ GSA-4166B (上)と各種DVD (下)の外観、およびDVDの記録・再生速度

2005年6月末時点で規格化されている記録型DVDのフォーマット(DVD-RAM/R/RW/R DL)とDVD+R/RW/R DLフォーマットすべてに対応するスーパーマルチドライブである。

ライブの最高速度(2005年6月時点)であるDVD-R(Readable)16倍速,DVD-RAM(Random Access Memory)6倍速,DVD-RW(Rewritable)6倍速記録に対応する。また,DVD+R16倍速,DVD+RW8倍速,DVD+R DL(Double Layer)4倍速と、各フォーマットとも記録スピードを向上させた。さらに、新しくDVD-R DL(Dual Layer)の記録にも対応し、さらに多くのフォーマットに対応したスーパーマルチドライブとした。

このドライブはDVDレコーダ用として、以下の特徴を持っている。そのため、いっそうの高速ダビング機能の実現、ユーザーの利便性と安心感の向上、DLフォーマットサポートによる長時間記録対応など、スーパーマルチドライブの特徴を生かした、競争力あるDVDレコーダが実現できると考える。

(1) 記録型DVDの最高速フォーマットに対応

DVD-R/+Rともに規格化されている最高速に対応し、高速ダビング機能をさらに強化した。

(2) 書き換え型DVD-RAM・DVD-RWの最高速に対応

わが国のビデオレコーダとして主流のDVD-RAMフォーマットの5倍速に対応し、追いかけて記録にも対応できるようアクセス性能を向上させた。

(3) 大容量の2層ディスク記録再生技術

DVD+Rフォーマットだけではなく、わが国で普及率の高いDVD-Rフォーマットのデュアルレイヤ規格にもいち早く対応し、長時間記録を実現した。

6.3 DVDの今後の動向

DVDドライブの記録速度は年々上昇しており、今後も書き換え型ディスクと2層ディスクを中心に記録速度の向上が進むと考えられる。特に2005年中には、書き換え型で最も高速となるDVD-RAMの16倍速化が実現すると期待されている。

しかし、ディスク強度の制約で16倍速を超えるのは困難とされ、記録速度以外に特徴を持つドライブが増える傾向は今後拡大すると思われる。例えば、騒音・振動の低減により、いっそうの静粛性や快適性を、記録・再生時の実効的なデータ転送能力の向上により、記録・再生同時進行、多番組同時記録・再生機能などをそれぞれ提供できる。また、2層ディスクによる大容量化と高効率符号化技術を組み合わせれば、さらに高画質な映像の記録再生が可能となる。

表2 Blu-ray関連の主な仕様

2時間以上の高精細画像記録を実現するための技術である。

項目	仕様
ディスクタイプ	BD-RE(書き換え型),BD-R(追記型),BD-ROM(再生専用)
記憶容量	1層:23.3 Gバイト,25 Gバイト 2層:46.6 Gバイト,50 Gバイト
ディスク仕様	直径:120 mm,厚さ:1.2 mm, 保護層厚さ:0.1 mm
ユーザーデータ転送レート	標準速:36 Mビット/s 2倍速:72 Mビット/s
レーザ波長,レンズ開口数	405 nm(青紫色),0.85
ディスクカートリッジ (BD-REの場合)	バージョン2.0:なし,あり(オプション) バージョン1.0:あり(オープン型,密閉型)
変調方式	1-7PP変調
画像記録方式	MPEG-2,MPEG-4 AVC,VC-1
音声記録方式	AC3,MPEG-1 Layer,Linear PCMほか
ファイルシステム (BD-REの場合)	バージョン2.0:UDF2.5 バージョン1.0:BD-FS
著作権保護技術 (BD-REの場合)	バージョン2.0:AACS バージョン1.0:CPS
記録時間	ハイビジョン:2 h以上

注:略語説明 BD(Blu-ray Disc),1-7PP(1-7 Parity Preserve)
MPEG(Moving Picture Experts Group),PCM(Pulse Code Modulation)
UDF(Universal Disc Format),BD-FS(BD File System)
AACS(Advanced Access Content System)
CPS(Content Protection System)

Blu-ray規格は、成立時期と内容から、既存AVレコーダが準拠する従来規格(BD-RE Ver.1.0)と、まだ準拠する製品が市場にない新規規格(BD-RE Ver.2.0,BD-R Ver.1.0,BD-ROM Ver.1.0)の2種類に分けられる。いずれの規格でも、ハイビジョン画像を2時間以上記録するために、青紫色短波長レーザの採用、保護層厚の最適化、高密度記録再生技術の採用、高圧縮符号化技術の導入など、さまざまな技術・方法を用いている(表2参照)。しかし、新規規格には、従来規格に対して、カートリッジ、ファイルシステム、著作権保護技術などに一部互換性を持たない項目がある。

日立製作所は、パソコンとの互換性が高いカートリッジなしとUDF(Universal Disc Format)2.5に対応し、さらに、今後主流となるとと思われる著作権保護技術AACS(Advanced Access Content System)に対応した新規規格対応製品を開発する予定である。

7.2 Blu-rayレコーダ用デバイス

BD(Blu-ray Disc)ドライブでは、BDだけでなく、CDとDVDに対しても互換性を持たせることが必要である。しかし、BDに用いる青紫色レーザは波長が短く、DVDやCDの記録・再生はできないため、それぞれの光ディスクに対応した光学系が必要となる。また、パソコンでは光ディスクドライブ組み込み用のスペースが限定され、複数の光ピックアップを搭載することは困難である。そのため、一つの光ピックアップでBlu-ray・DVD・CDの3種のメディア

7 レコーダの将来展開

7.1 Blu-ray規格

Blu-ray(ブルーレイ)が提案されてから約3年が経過し、現在、数社からAV用レコーダが発売されている。



図7 Blu-ray/HDDレコーダ(プロトタイプ)の外観
独自のアイデアを盛り込んだBlu-ray/HDDレコーダの試作機の外観を示す。

アに対応する光学系を構成する必要がある。また、BDドライブに用いるLSIチップセットも同様に3種のメディアに対応する必要がある。

日立製作所は、これまで推進してきたスーパーマルチドライブ技術を生かし、これにBlu-rayを加えたドライブの検討を進めている。Blu-ray/HDDレコーダ(プロトタイプ)の外観を図7に示す。

7.3 Blu-rayの主要技術

Blu-rayの記録面密度はDVDの約5倍である。しかし、レーザ光源を赤色(635 nm)から青紫色(405 nm)に変える短波長化だけでは約2.5倍の記録密度向上しか得られない。そのため、レンズ開口数の増加やデータ変復調への1-7PP変調、PRML(Partial Response Maximum Likelihood)技術の採用などで、さらに2倍の記録密度向上を実現している。

また、光スポットをさらに小さく絞り込むことから、保護層の厚さのばらつきによる収差の影響を受けやすく、収差補正制御が必要である。そのため、日立製作所は、Blu-rayの主要技術に独自のアイデアを盛り込み、さらに高性能、高信頼の光ディスクドライブを実現するための開発を進めている。その一例として、収差補正制御における収差補正レンズ位置とフォーカス位置の自動調整結果を図8に示す。調整結果は等高線の頂上付近にまとまり、精度よく調整ができている。これにより、良好な記録再生品質が期待できる。

8 おわりに

ここでは、2005年に日立製作所が製品化した地上デジタル放送対応ハイビジョンHDD/DVDレコーダの特徴と、ストレージを支える将来技術について述べた。

HDD内蔵DVDレコーダは、今後も国内外での普及が

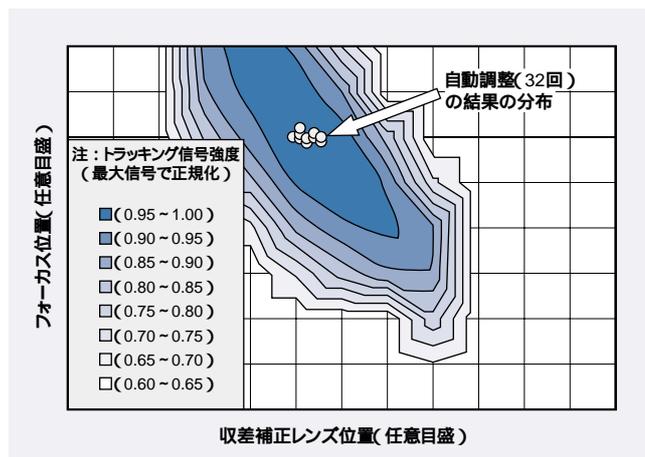


図8 収差補正の自動調整結果
トラッキング信号強度を等高線で示す。強度が最大となる山の頂上付近に自動調整結果が集中しており、精度良く調整ができていることがわかる。

期待され、さらに2006年には、BDレコーダが本格的に立ち上がることが期待される。日立製作所は、これからもユーザーのニーズを把握し、デジタル放送のインフラストラクチャーや、家庭内ネットワークなどに対応したHDD内蔵DVDレコーダ、さらに、HDD内蔵BDレコーダの開発に取り組んでいく考えである。

執筆者紹介



島上 和人

1980年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ デジタルメディア事業部 マーケティング本部 ストレージメディア商品企画部 所属
現在、DVDレコーダの商品企画に従事
E-mail: kazuto.shimagami.gr@hitachi.com



笹生 泰弘

2003年株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ入社、3.5型コンシューマアンドコマercial本部 製品開発統括部 所属
現在、3.5型ATA HDDの開発業務に従事
E-mail: yasuhito.sasao@hitachigst.com



門間 淳也

1978年日立製作所入社、株式会社日立LGデータストレージ、財務本部 経営企画グループ 所属
現在、経営戦略の企画・広報業務に従事
E-mail: monma@hlds.co.jp



福島 秋夫

1985年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 光ディスク研究部 所属
現在、高密度光ディスクドライブの開発に従事
E-mail: akio.fukushima.ks@hitachi.com