

UHDTVインタフェース技術

UHDTV Interface Technologies

友田 一郎 土井 孝 松村 正文

■ TOMODA Ichiro ■ DOI Takashi ■ MATSUMURA Masafumi

デジタルAV機器間で映像やオーディオを高速に伝送するためのインタフェース技術が求められており、HDMI[®](注1)や、MHL[®](注2)、DisplayPortなどいくつかの技術標準がある。近年、これらの技術標準においても、UHDTV(超高精細度テレビ)への対応が大きなテーマとなっている。2013年9月にはHDMIバージョン2.0仕様が、2013年8月にはMHLバージョン3.0仕様がリリースされ、これらの最新版ではUHDTVのための機能が強化されている。

東芝は、HDMIやMHLの標準化団体の創設時会員の1社として標準仕様の策定に貢献するとともに、仕様に準拠した製品の開発を積極的に行っている。

To meet the growing demand for audio and video data transfer between digital audiovisual devices, there is an increasing need for high-speed interface technologies that comply with standards including HDMI (High-Definition Multimedia Interface), MHL (Mobile High-Definition Link), and DisplayPort. In recent years, such standards have been required to handle high data transfer speeds for ultra-high definition television (UHDTV). In response to these circumstances, version 3.0 of the MHL specification was released in August 2013 and version 2.0 of the HDMI specification was released in September 2013.

Toshiba has been continuously engaged in efforts not only to promote the standardization of UHDTV interface technologies as a founding member of these standards organizations, but also the research and development of products applying these standards.

1 まえがき

デジタルAV機器間で映像やオーディオを伝送するためには、高速なインタフェース技術が必要である。中でも、もっとも多く使われているのがHDMI⁽¹⁾である。また、近年モバイル機器のための映像及びオーディオインタフェースとしてMHL技術が普及している⁽²⁾。東芝は、これらの二つの技術の標準化団体の創設時会員の1社として、積極的に標準仕様策定に貢献し、また、技術仕様に準拠した製品の開発を行っている。

UHDTVともなれば、従来よりも更に高速なインタフェース技術が必要となる。HDMIやMHLをはじめとするインタフェースの技術標準化団体では、近年、UHDTVをサポートするために技術標準の改定作業が行われている。

ここでは、HDMI技術、MHL技術、及びその他のインタフェース技術について、その標準化動向や当社の取組みなどについて述べる。

2 HDMI技術

2.1 HDMI技術標準の経緯

HDMI仕様のバージョンごとの機能を表1に示す。

HDMI技術の標準仕様は、2002年に最初のバージョンであ

(注1) HDMIは、米国及びその他の国におけるHDMI Licensing, LLCの商標。

(注2) MHLは、MHL, LLCの登録商標。

表1. HDMI仕様のバージョンごとの機能比較

Comparison of functions of each version of HDMI specification

項目	HDMIのバージョン				
	1.0	1.2	1.3	1.4	2.0
最大バンド幅	4.9 Gビット/s		10.2 Gビット/s		18 Gビット/s
Pixel Encoding	4:4:4	●	●	●	●
	4:2:2	●	●	●	●
	RGB		●	●	●
	4:2:0				●
Deep Color			●	●	●
UHDTV映像 (最大フレームレート)				● (30 Hz)	● (60 Hz)

●: HDMIのバージョンが対応している項目

るHDMIバージョン1.0仕様がリリースされた。その当時の映像伝送の最大バンド幅は約4.9 Gビット/sであり、HDTV(高精細度テレビ)映像の伝送が可能であった。また、画像データを伝送符号化する方法であるピクセルエンコーディング(Pixel Encoding)は、色空間を輝度(Y)と二つの色差(C_B及びC_R)で表わすY_{C_BC_R}方式で4:4:4と4:2:2に対応した伝送符号化方法が規定されており、1カラーコンポーネント当たりの色深度は8ビットが規定されていた。

その後、幾度か改定が行われ、2002年のHDMIバージョン1.2仕様ではピクセルエンコーディングとしてRGB(赤、緑、青)に対応する伝送符号化方法が追加された。

また、2006年にリリースされたHDMIバージョン1.3仕様で

は、実際のデータ転送に関係する物理層を約2倍に高速化し、最大バンド幅を約10.2 Gビット/sとする仕様が規定された。これにより、1カラーコンポーネント当たり10ビット、12ビット又は16ビットの色深度で高精細な色表現ができるディープカラー(Deep Color)での映像伝送が可能となった。

更に、2009年にリリースされたHDMIバージョン1.4仕様では、3D(3次元)映像フォーマットやUHDTV解像度の映像フォーマットの伝送仕様が規定された。ただし、UHDTV映像伝送のフレームレートは、バンド幅の上限から、最大で30 Hzまでであった。

2.2 HDMIバージョン2.0仕様の特徴的な新機能

2013年9月にHDMIバージョン2.0仕様がリリースされた。UHDTV映像伝送という観点から、このバージョンには次の二つの特徴的な新機能がある。

- (1) ピクセルエンコーディング YC_BC_R 4:2:0に対応する符号化方法が追加された。
- (2) 物理層の高速化 映像伝送のバンド幅が最大で約18 Gビット/sまで可能となった。

YC_BC_R 4:2:0は、Yコンポーネントの解像度に対して、C_B及びC_Rコンポーネントの解像度を水平方向と垂直方向でそれぞれ1/2ずつとなるようにサブサンプリングする方式である。したがって、トータルのデータ量はYC_BC_R 4:4:4に比べると半分になる。これにより、従来の10.2 Gビット/s仕様の物理層でも、色深度8ビットでフレームレート60 HzのUHDTV映像伝送が可能となった。

また、約18 Gビット/sに高速化された物理層仕様を用いれば、YC_BC_R 4:4:4の場合、色深度8ビットでフレームレート60 HzのUHDTV映像伝送が、YC_BC_R 4:2:2及び4:2:0の場合、ディープカラーでフレームレート60 HzのUHDTV映像伝送が可能となった。

これらYC_BC_R 4:2:0対応のピクセルエンコーディングと物理層の高速化の二つの機能により、UHDTV映像フォーマットにおいて、フレームレートが最大で60 Hzまで可能となったということが、以前のバージョンに比較したHDMIバージョン2.0仕様のもっとも大きなポイントである。

2.3 UHDTV映像フォーマット

HDMIバージョン2.0仕様におけるUHDTV映像フォーマットの規定では、色深度、フレームレート、及びピクセルエンコーディングの組合せが制限される。フレームレート50 Hz及び60 HzのUHDTV映像で可能な組合せを表2に示す。

YC_BC_R 4:4:4とRGBでの50 Hz及び60 Hz映像フォーマットの場合、18 Gビット/sというバンド幅の制限から、色深度は8ビットだけが可能である。

また、YC_BC_R 4:2:0は、現在のところ50 Hz及び60 Hzに関してだけ規定されており、24 Hzや25 Hz、30 Hzに関しては規定されていない。

表2. フレームレート50 Hz/60 Hzで可能なUHDTV映像フォーマット
UHDTV video formats available at frame rate of 50 Hz/60 Hz

色深度	ピクセルエンコーディング			
	RGB	YC _B C _R		
		4:4:4	4:2:2	4:2:0
8ビット	●	●	●	●
10ビット			●	●
12ビット			●	●
16ビット				●

●:可能な組合せ

2.4 HDMIバージョン2.0仕様のその他の新機能

HDMIバージョン2.0仕様には、前述した二つの機能の他に、以下のような新機能が規定された。

- (1) Dual Viewing 二つの独立した映像を送信
- (2) Wider Aspect Ratio 画面のアスペクト比が21:9の映像フォーマット
- (3) Multi Stream Audio 最大4ストリームまでの独立したオーディオストリーム
- (4) Multi Channel Audio 最大32チャンネルまでの多チャンネルオーディオ
- (5) High Bit Rate Audio 最大1,536 kHzまでの高サンプリングレートのオーディオ
- (6) CEC (Consumer Electronics Control)の拡張 機器どうしを制御するリモートコントロール機能の整理及び拡張
- (7) Dynamic Auto Lip-Sync Lip-Sync(映像とオーディオの同期)機能の拡張

2.5 東芝のHDMI技術標準への取り組み

当社はHDMI技術の標準化団体の設立企業の1社として、創設時から標準化活動や、技術開発、製品化などに取り組んできた。また、HDMIバージョン2.0仕様の策定でも、特にYC_BC_R 4:2:0の仕様策定などで積極的に貢献してきた。

製品化したUHDTV対応デジタルTVの〈レグザ〉Z8X(図1)は、HDMIバージョン2.0仕様に規定されたYC_BC_R 4:2:0で、色深度8ビット及びフレームレート60 HzのUHDTV映像フォーマットの入力に対応している。

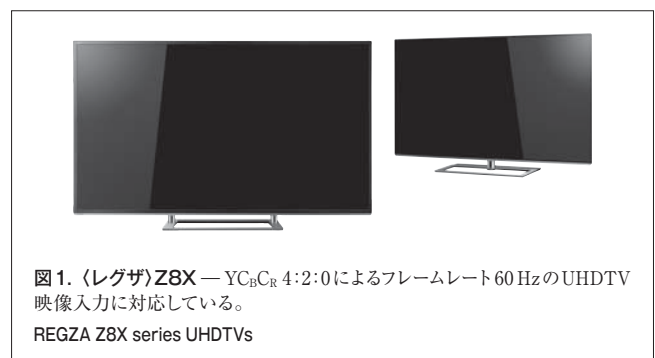


図1. 〈レグザ〉Z8X — YC_BC_R 4:2:0によるフレームレート60 HzのUHDTV映像入力に対応している。
REGZA Z8X series UHDTVs

3 MHL 技術

3.1 MHL 技術標準の経緯

MHLは、近年の高機能、高性能が進む携帯機器で期待されている要求を満たすように規格化された。具体的には、映像伝送に対して最小限のピン構成となっており、携帯機器の既存コネクタを流用できる。これにより実装面積を最小にすることが可能となった。また、デジタルTVなどから携帯機器への電源供給がサポートされ、映像伝送を行いながらバッテリー充電を行うといった利用がケーブル1本で実現され、利便性が向上している。

2010年に最初のバージョンであるMHLバージョン1.0仕様が発行された。映像伝送の最大バンド幅は約3Gビット/sであり、HDTV映像の伝送が可能であった。その後、改定が行われた2011年のMHLバージョン2.0仕様では、物理層の変更なしで、3Dフォーマットの伝送が可能となった。更に、2013年にリリースされたMHLバージョン3.0仕様では、物理層を約2倍に高速化し、映像伝送の最大バンド幅が約6Gビット/sとなったことで、UHDTV解像度の映像フォーマットの伝送仕様が規定された。

3.2 MHL仕様

MHLの概要を図2に示す。MHL信号は5本の信号線から構成され、映像とオーディオの伝送、機器制御、及び電源供給を1本のケーブルで実現している。

表3にMHL信号線の構成を示す。ここでは、比較のためUSB (Universal Serial Bus) での信号線の構成も記載した。

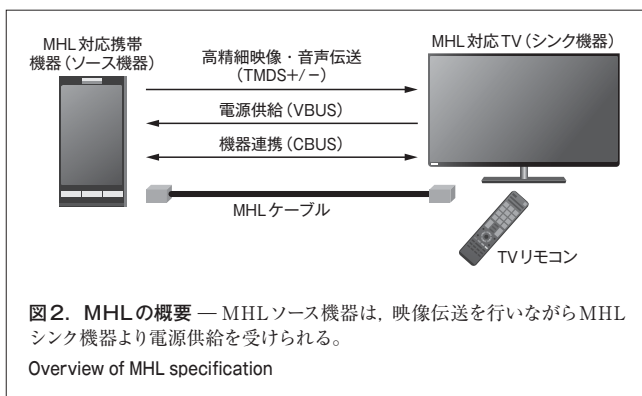


図2. MHLの概要 — MHLソース機器は、映像伝送を行いながらMHLシンク機器より電源供給を受けられる。

Overview of MHL specification

表3. MHL信号構成

Pin assignments of MHL signals

信号線	機 能	
	MHL	Mini/Micro USB
1	電源 (VBUS)	電源 (VBUS)
2	差動対 (TMDS-)	差動対 (D-)
3	差動対 (TMDS+)	差動対 (D+)
4	制御信号 (CBUS)	OTGのID*
5	GND	GND

GND: 接地

* OTG (On the Go) の識別線

(1) TMDS (+/-) 映像とオーディオは、HDMIでも採用されているTMDS (Transition Minimized Differential Signaling) で変調された信号として、2本の差動対 (TMDS+/-) を用いてソース機器 (送信側) からシンク機器 (受信側) へ単一方向に伝送される。

(2) CBUS (Control Bus) 映像及びオーディオ伝送の制御用通信や、機器連携通信、MHL機器認証などに使用され、各通信は双方向に多重化されている。

(3) VBUS (Voltage Bus) 電源供給に使用される。シンク機器からソース機器、又はソース機器からシンク機器へ電源供給ができる。

MHLの信号線は、Mini/Micro USBインタフェースと同じ5ピン構成となっており、携帯電話やスマートフォンなどで標準的に採用されているMicro USBの既存コネクタを、そのまま共有して使用できる。したがって、携帯電話やスマートフォンなどの携帯機器に、MHL専用の新たなコネクタを追加する必要がなく、ソース機器の小型化が実現できる。

3.3 MHLでの映像とオーディオの伝送

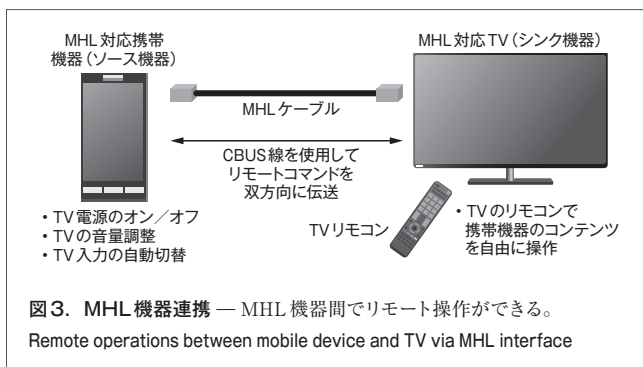
MHLバージョン3.0仕様では、映像とオーディオを約6Gビット/sで伝送できる。3,840×2,160画素/フレームレート30Hzの映像と、サンプリング周波数が192kHzまでの7.1ch (チャンネル) L-PCM (Linear Pulse Code Modulation) サラウンドオーディオ又は圧縮オーディオが映像フレームに多重化して伝送される。

3.4 MHL機器の連携

MHLには、機器の連携操作を可能にするリモートコマンド機能が準備されている。この通信には、CBUS線の双方向多重化通信路が使用される。このリモートコマンド機能により、例えばユーザーがTVのリモコンを使って、MHL接続された携帯機器を操作するという機器連携動作が可能になる。

MHL規格ではベンダー間での互換性の向上を図るため、リモートコマンドの実装が必須機能として定義されている。また、MHL搭載機器は、1個以上のMHL論理デバイスを割り当てることが義務付けられており、MHL論理デバイスとしては、ディスプレイや、スピーカ、ビデオプレーヤなどが定義されている。更に、MHL論理デバイスごとにサポートしなければならないリモートコマンドも定められているため、操作対象となるMHL機器が割り当てている論理デバイスを参照することで、リモートコントロールが可能な動作をあらかじめ把握することができる。

MHLリモートコントロールを用いた機器連携の例を図3に示す。ユーザーは、TVのリモコンを用いてMHL接続された携帯機器を操作できる。例えば、携帯機器に保存された動画の再生などを離れた場所から操作でき、MHLを経由して、携帯機器で再生する動画をTVで視聴できる。また、リモートコマンドはソース機器からも使用できる。図3に示すように、携帯機器から、TVのボリュームの上げ下げ (音量調整) やTVの



電源のオン/オフなどができる。

最新のMHLバージョン3.0仕様では、新たにHID (Human Interface Device) プロトコルトンネリングが定義され、近年普及が進むタッチオペレーションなど、多様な操作装置に対応できるようにになった。

3.5 電源供給

MHLでは、VBUS線を用いて、シンク機器からソース機器、又はソース機器からシンク機器へ電源を供給できる。シンク機器及びソース機器のいずれも、供給可能な電圧は5V、電流は最小500mAと定められている。MHLでは、電源供給を開始する前に相互機器認証を行い、MHL機器間だけで電源供給を行うように定められている。相互機器認証にはCBUS線が使用され、接続しているMHL機器の給電能力などを照会できる。またその後の改定で、MHLバージョン2.0仕様では電圧は5V、電流は最小900mAが必須の供給能力と定義された。

3.6 東芝のMHL技術標準への取組み

当社は、MHL技術標準のプロモーターの1社として、2009年9月の標準化団体創設時から標準化活動や、技術開発、製品化などに取り組んできた。また、2011年8月に世界初のMHL対応TVである55WL863 (図4) を欧州向けに製品化しており、今後もMHL製品の普及や仕様策定に貢献を続けていく。

4 その他のUHDTVインタフェースの技術動向

その他のインタフェース技術としては、主にパソコン (PC) で使用されているVESA (Video Electronics Standards Asso-

ciation) が策定したDisplayPort⁽³⁾がある。2009年12月に策定されたDisplayPortバージョン1.2では、最大バンド幅が約21.6Gビット/s、UHDTVの解像度でフレームレート60Hzをサポートしている。しかし、映像信号を出力する機器がまだPCに限定されていることや、既存のHDMI搭載機との互換性の観点から、UHDTVへの採用例は少ない。

一方、無線伝送技術に目を向けると、Wi-Fi Allianceで策定されているMiracastや、WirelessHD Consortiumで策定されているWirelessHD⁽⁴⁾などの技術があるが、現時点では、まだUHDTVの解像度での伝送に対応していない。バンド幅の確保のしやすさやユーザー要求の観点などから、有線伝送が実現してから無線伝送が実現するため、UHDTVへの搭載は今後の課題であり、これからの技術開発が期待される。

5 あとがき

UHDTVの解像度での映像やオーディオの伝送を実現する新しいHDMIやMHLの仕様は、UHDTVや携帯機器などの製品への搭載が期待される技術であり、今後、普及が進むと予想される。また、解像度の向上だけでなく、表現力の更なる向上のために、色域拡大やHDR (High Dynamic Range) への機能拡張が望まれている。当社は、HDMIやMHLなど、映像やオーディオを伝送するためのインタフェース技術の規格策定やその普及に向け、今後も活動を続けていく。

文 献

- (1) HDMI. <<http://www.hdmi.org/>>, (accessed 2014-05-19).
- (2) 松村正文 他. 非圧縮の高精細映像を伝送できる携帯機器向け映像伝送技術MHL™. 東芝レビュー. 67, 1, 2012, p.42-45.
- (3) DisplayPort | High Performance Digital Technology. <<http://www.displayport.org/>>, (accessed 2014-05-19).
- (4) 松村正文 他. フルHD画像を非圧縮で高速無線伝送できるWirelessHD™技術による機器連携. 東芝レビュー. 64, 12, 2009, p.9-12.



友田 一郎 TOMODA Ichiro

パーソナル&クライアントソリューション社 ライフスタイルソリューション開発センター インターフェース技術開発部主査。AV/PCネットワーク及びインタフェース開発に従事。HDMI Forum Board of Directorsメンバー。Lifestyle Solutions Development Center



土井 孝 DOI Takashi

パーソナル&クライアントソリューション社 ライフスタイルソリューション開発センター インターフェース技術開発部主務。AV/PCネットワーク及びインタフェース開発に従事。Lifestyle Solutions Development Center



松村 正文 MATSUMURA Masafumi

パーソナル&クライアントソリューション社 ライフスタイルソリューション開発センター インターフェース技術開発部グループ長。AV/PCネットワーク及びインタフェース開発に従事。Lifestyle Solutions Development Center