

# ワイヤレス USB 技術

Wireless USB Technology

松村 正文

中川 英之

小久保 隆

■ MATSUMURA Masafumi

■ NAKAGAWA Hideyuki

■ KOKUBO Takashi

近年、機器間の接続に適した近距離のワイヤレス技術の普及が進んできており、その要求に応える無線通信技術の一つとして、UWB (Ultra Wide Band) が注目を集めつつある。UWB は短距離ではあるが、その超広帯域を生かして高速の無線データ通信を可能とする。この技術の有力な応用先の一つとして、一般家庭にも普及している高速シリアルインタフェースである USB (Universal Serial Bus) 2.0 のワイヤレス化が検討されている。

東芝は、この技術に積極的に取り組むとともに、応用製品を開発していく。

Short-range wireless technologies suitable for connecting devices have become popular in recent years. Among these, ultra wide band (UWB) has been coming under the spotlight as a wireless technology that meets the needs of the times. Although UWB is a short-range data communications technology, it features very high-speed data communications due to the use of a wide frequency band. In addition, Universal Serial Bus (USB) 2.0, a high-speed serial cable that has become popular with consumers, is regarded as one of the leading applications of UWB technology.

Toshiba will continue to actively pursue such wireless technologies and develop related application products.

## 1 まえがき

近年、機器間のネットワーク接続において、2.45 GHz 帯や 5 GHz を使用する無線 LAN や、2.45 GHz 帯を使用する Bluetooth<sup>TM</sup> (注1) の普及が進んできている。一方、ネットワーク接続される機器はパソコン (PC) や携帯情報端末 (PDA) だけでなく AV 機器の世界にも広がってきており、それに応じて無線通信技術に対する要求も、より多様化してきている。

その要求に応える無線通信技術の一つとして、UWB (Ultra Wide Band) が注目を集めつつある<sup>(1)</sup>。UWB は FCC (米国連邦通信委員会) によって 2002 年 2 月に認可されてから注目を集めてきた無線通信技術であり、認可された帯域は 3.1 ~ 10.6 GHz である。各無線方式の通信速度と到達距離の関係を図 1 に示す。

UWB は、その超広帯域を生かして短距離ではあるが高速な無線データ通信を可能とする技術で、一般家庭にも普及している高速シリアルインタフェースである USB (Universal Serial Bus) 2.0 のワイヤレス化が、この技術の有力な応用として検討されている<sup>(2)</sup>。

ここでは、東芝が次世代の有力な無線通信アプリケーションとして注目しているワイヤレス USB について、以下に述べる。

(注 1) Bluetooth は、Bluetooth SIG, Inc. の商標。

(注 2) WiMAX は、WiMAX Forum の商標。

(注 3)、(注 5) Wi-Fi、Wi-Fi Alliance は、米国 Wi-Fi Alliance の登録商標。

(注 4) WiMedia は、WiMedia Alliance の商標。

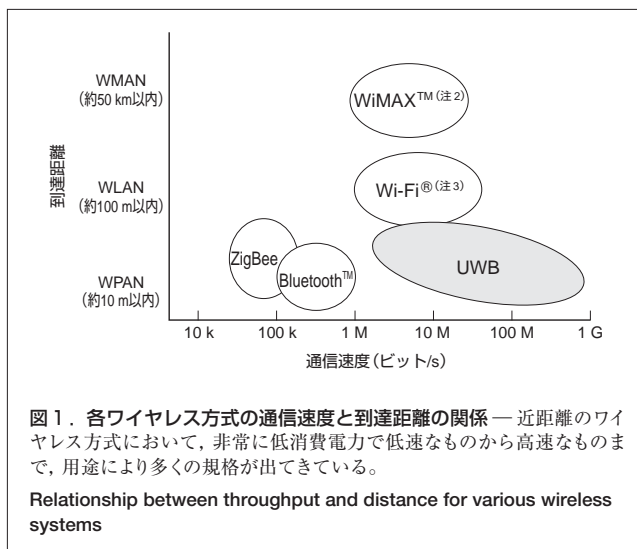
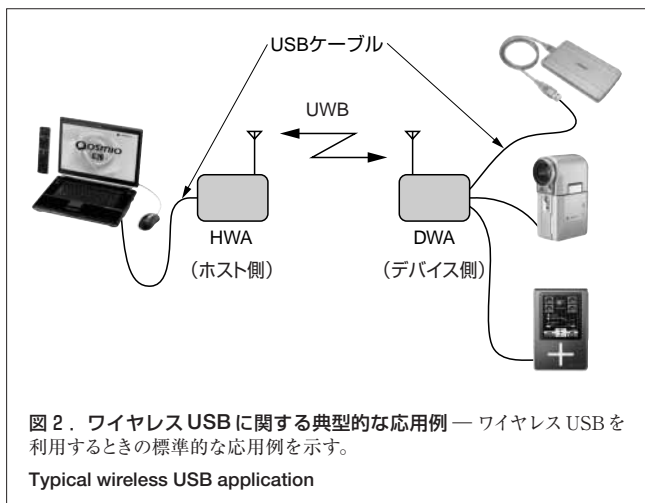


図 1. 各ワイヤレス方式の通信速度と到達距離の関係 — 近距離のワイヤレス方式において、非常に低消費電力で低速なものから高速なものまで、用途により多くの規格が出てきている。

Relationship between throughput and distance for various wireless systems

## 2 ワイヤレス USB とは

ワイヤレス USB とは、UWB によって USB2.0 のワイヤレス化を実現しようとするものである。USB IF (Implementers Forum) によって標準化作業が進められ、2005 年 5 月に最初の仕様であるリビジョン 1.0 がリリースされた。ワイヤレス化に使用される UWB 無線通信技術は、WiMedia<sup>TM</sup> (注 4) Alliance で標準化作業が行われている MAC (Media Access Control) 層と物理層<sup>(3)</sup> を使用し、MAC 層の上層に PAL (Protocol Adaptation Layer) を定義することによって、



既存のUSB2.0規格との互換性を保ちつつワイヤレス化を実現するものである。

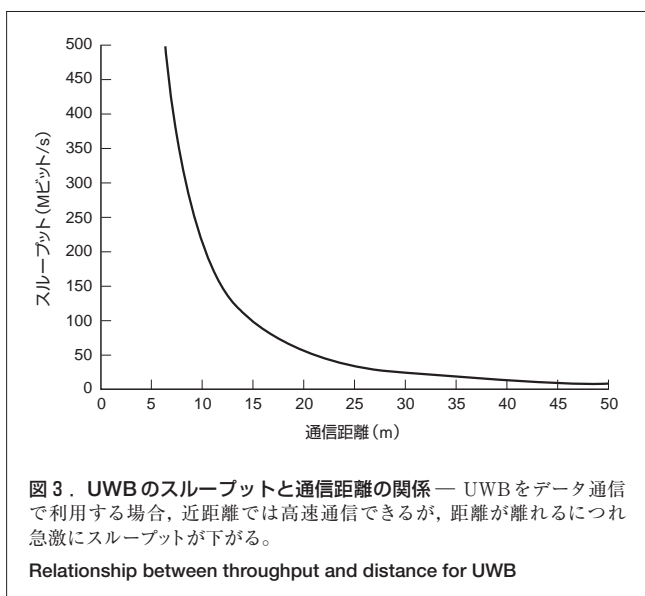
ワイヤレスUSBの典型的な応用例を図2に示す。

### 2.1 UWBの技術動向

UWBを利用してデータ通信を行うための標準化作業は、IEEE (米国電気電子技術者協会) 802.15 タスクグループ3a (TG3a)において議論された。

UWBによるスループットと距離の関係を図3に示す。近距離では高速通信できるが、距離が離れるにつれ急激にスループットが下がる。

標準化の候補としてはUWB Forumが推すDS-UWB (Direct Sequence UWB)方式とWiMedia™ Allianceが推すMultiband OFDM (直交周波数分割多重)方式の2方式が残っていたが、どちらも信認されない状態が続き、2006年1月のIEEE会合においてはついに標準化されることなく、TG3aは解散することが決議された。これによりBluetooth™

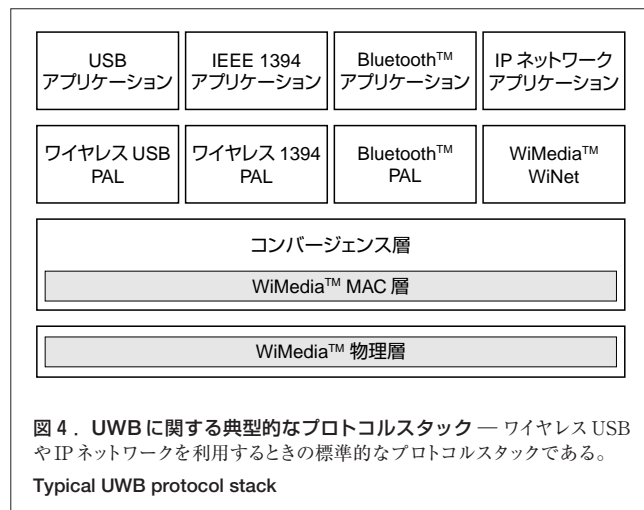


の標準化時と同様、市場でデファクトを獲得した方式が、将来、事実上の標準方式となることが予想される。しかしUSB IFや1394 TA (Trade Association)はWiMedia™ Allianceを支持することを、既に表明している。これにより事実上、USB IFに認定されるワイヤレスUSB製品はWiMedia™ Allianceが推すMultiband OFDM方式を採用しなければ、認定製品を市場にリリースすることができない。なお、この方式では距離3mで480 Mビット/s、10mで110 Mビット/sの通信速度でUSB2.0の無線化を実現する。

### 2.2 WiMedia™ Alliance

WiMedia™ Allianceは、UWBを実装した機器の相互接続性を保証するための業界標準を策定する団体である。無線LANにおけるWi-Fi Alliance<sup>(注5)</sup>に相当する団体と考えると理解しやすいであろう。具体的には、物理層やMAC層だけではなく、ワイヤレスUSBやワイヤレス1394などの上位層に対して同時にUWB資源を使用できるようにするためのコンバージェンス層や、IP (Internet Protocol) ネットワークを実現するための層の仕様策定、互換性テストや認証・ロゴプログラムの標準化作業などを行っている。

典型的なプロトコルスタックを図4に示す。WiMedia™に準拠した物理層とMAC層を採用することで、一つの無線モジュールでワイヤレスUSB以外にもIPやBluetooth™など、複数のアプリケーションを同時に使用することが可能である。



またワイヤレスUSBのロゴ認証に関しては、WiMedia™ Allianceが物理層とMAC層のテスト仕様をUSB IFに提供することにより、USB IFのロゴ認証プログラムをパスすれば、WiMedia™ レベルにおける相互接続性が保証されるようになる予定である。

### 2.3 ワイヤレスUSBの構造

USB2.0をワイヤレス化するにあたって、既存のソフトウェア資産をそのまま継承できるように仕様策定された。また、

既存のUSBホスト及びデバイスをそのまま無線化するという観点から、Wire Adapterという概念が導入された<sup>(4)</sup>。これはホスト側とデバイス側で、それぞれHWA (Host Wire Adapter)とDWA (Device Wire Adapter)と呼ばれる、UWB無線部との物理インタフェースが図2のようにUSB2.0で接続される場合に使用される。

Wire Adapterは仮想USBホストコントローラとして動作

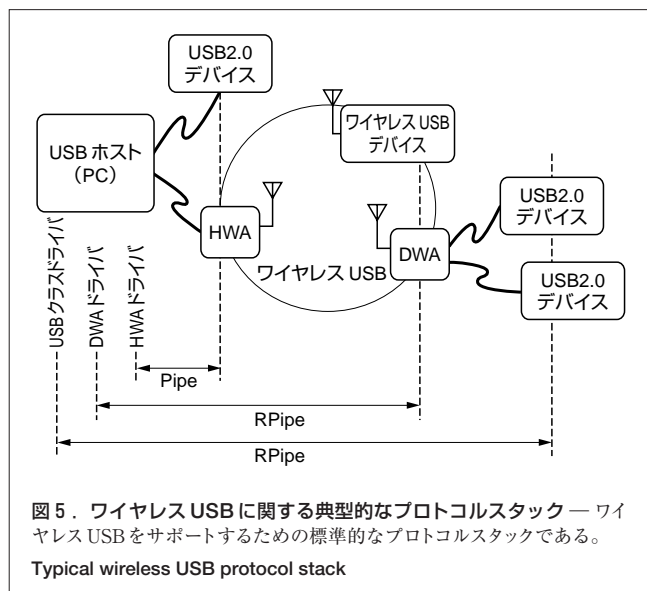


図5. ワイヤレスUSBに関する典型的なプロトコルスタックーワイヤレスUSBをサポートするための標準的なプロトコルスタックである。

Typical wireless USB protocol stack

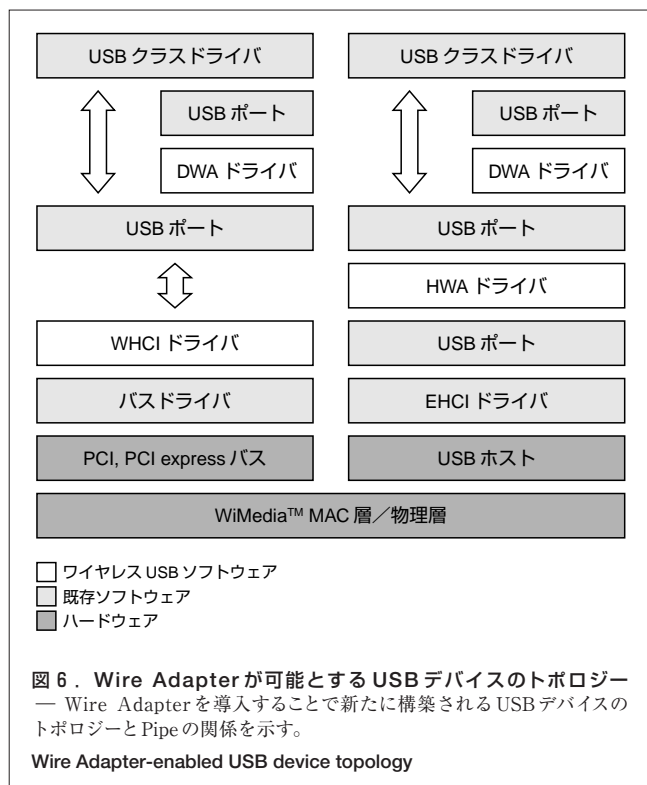


図6. Wire Adapterが可能とするUSBデバイスのトポロジーーWire Adapterを導入することで新たに構築されるUSBデバイスのトポロジーとPipeの関係を示す。

Wire Adapter-enabled USB device topology

(注6) USBにおいて、ホストとデバイスの通信用バッファ間の論理的なコネクションのこと。

し、それぞれが独立したバスのようにふるまう。したがって、USB2.0のインタフェースであるEHCI (Enhanced Host Controller Interface)におけるPipe<sup>(注6)</sup>の概念はWire Adapterにおいては新たにRPipe (Remote Pipe)という概念で代用される。

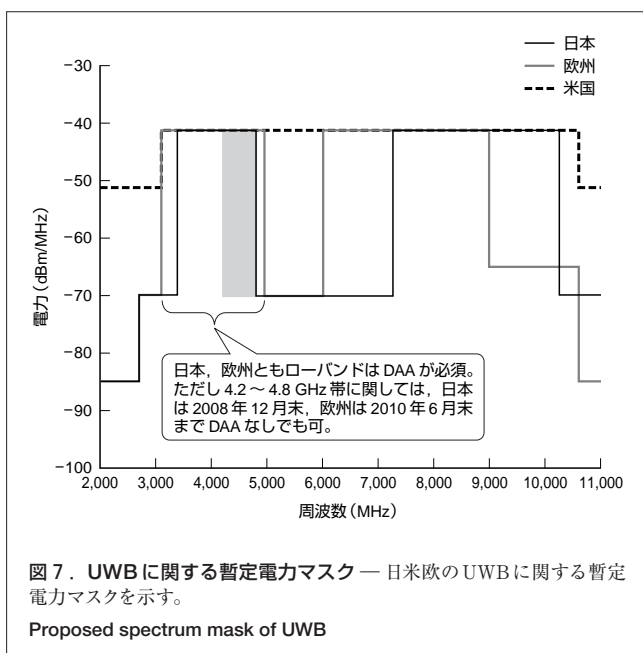
Wire Adapterにより構築されたUSBデバイスのトポロジーとPipeの関係を図5に示す。この図では、HWAドライバはUSBホストに接続されているHWAとの間でPipeを構築し、DWAドライバは無線通信経由でHWAと接続されているDWAとの間でRPipeを構築し、USBクラスドライバはDWA自身が持っているUSB2.0ハブに接続されているUSBデバイスとの間でRPipeを構築していることを示している。このようにWire Adapterは、それぞれが仮想的なバスを構築するために利用される。

ワイヤレスUSBをサポートする際の、典型的なホスト側のスタック図を図6に示す。図6右はHWAとDWAをサポートするためのスタック階層であるが、一方、ホストとUSB2.0ではなくPCIバスのようにUSB2.0以外のバスでWiMedia™ MAC層、物理層と接続されているケースでは、HWAの概念の導入は不要となるため図6左のようになる。

## 2.4 UWBの法制化

UWBはFCCによって2002年2月に認可され、ITU-R (International Telecommunication Union-Radio communication sector) スタディグループ1 (SG1) TG 1/8のワーキンググループ3 (WG3)においては、2005年10月に電力マスクの勧告案が出された。この勧告案では米国 (FCC案)、欧州 (CEPT (欧州郵便電気通信主官庁会議) 案)、日本の三つの暫定電力マスクが併記され、これらを元に各国は状況に応じて法制化を考えるということになっている。これにより、5GHz帯以下でUWBを使用する際は-41.3 dBm/MHzまでの出力が認められることとなったが、2006年2月末現在の勧告案では、欧州、日本で使用するためにはDAA (Detect and Avoid)の実装が必須となっている。このDAAとは被干渉システムの存在を検出したら避けなければならない技術であり、どのようにして検出し、どのようにして避けるかという問題は、技術的な観点からはもちろんのこと、各UWBの互換性を維持するための仕様策定という観点からも、これから議論が必要である。

2006年2月末時点における、日米欧の暫定電力マスクを図7に示す。また、ワイヤレスUSBで使用される周波数帯域を表1に示す<sup>(5)</sup>。バンドグループは、ワイヤレスUSBが一つのネットワークを形成するとき使用するバンドであり、バンドID (IDentification)は、ある特定の時間に使用する周波数帯域である。これらを比較してもわかるとおり、2006年2月末時点ではワイヤレスUSBを使用するうえで、日米欧共通でフルに使用可能なバンドグループがないのが現状である。



となるが、これらに関してはまだ今後どのように進展するかを見守る必要がある。前者に関しては、2006年3月末には欧州及び日本で共に法制化される予定であるが、それに対応するためのDAAに関する標準化の議論が進行中である。また後者に関しては、2006年以降、WiMedia™やUSB IFにより、互換性テストや認証・ロゴプログラムに関する仕様策定や、相互接続性をテストする場が設けられることになるだろう。

したがって、今後、製品化するにあたって、これらの進展を考え合わせて計画を立てる必要がある。

## 4 あとがき

2006年1月にラスベガスで開催された2006 International CES®(注7)において、当社はワイヤレスUSBのデモンストラーション(参考展示)を行った。

低消費電力、低コストでありながら高スループットが見込めるUWBを利用して、一般家庭にも普及している高速シリアルインタフェースであるUSBを無線化したワイヤレスUSBに関しては、将来的には普及が予想されるため、今後も動向を把握し、製品化を検討していく予定である。当社は、ワイヤレスUSBに限らず、新市場を切り開いていく新規無線通信技術に関しても、積極的に取り組んでいく。

## 文献

- 松村正文, ほか. 次世代ワイヤレス通信技術(UWB)への挑戦. 東芝レビュー. 60, 4, 2004, p.36-39.
- USB Implementers Forum, Inc. "USB.org-Welcome". <http://www.usb.org/>, (accessed 2005-12-19).
- WiMedia™ Alliance. "WiMedia Alliance-HomePage". <http://www.wimedia.org/>, (accessed 2005-12-19).
- USB Implementers Forum, Inc. Wireless Universal Serial Bus Specification Revision 1.0. 2005-05, 293p.
- WiMedia Alliance, Inc. MultiBand OFDM Physical Layer Specification Release 1.1. 2005-07-14, 138p.

表1. ワイヤレスUSBで使用される周波数帯域  
Frequency band used by wireless USB system

バンドグループ	バンドID	周波数 (MHz)		
		下限	中心	上限
1	1	3,168	3,432	3,696
	2	3,696	3,960	4,224
	3	4,224	4,488	4,752
2	4	4,752	5,016	5,280
	5	5,280	5,544	5,808
	6	5,808	6,072	6,336
3	7	6,336	6,600	6,864
	8	6,864	7,128	7,392
	9	7,392	7,656	7,920
4	10	7,920	8,184	8,448
	11	8,448	8,712	8,976
	12	8,976	9,240	9,504
5	13	9,504	9,768	10,032
	14	10,032	10,296	10,560

ID: Identification

バンドグループ中のある特定のバンドIDの帯域だけを使用することによって、ワイヤレスUSBとして使用し通信することは可能であるが、利便性の観点から今後普及が進むにつれて、種々の検討が必要であろう。

## 3 今後の課題

製品化を検討するうえでは、UWBの法制化や、ワイヤレスUSBの相互接続性を保証するためのロゴプログラムが重要

(注7) International CESは、Consumer Electronics Associationの商標。



松村 正文 MATSUMURA Masafumi

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター  
ワイヤレスシステム技術開発部主務。ワイヤレス機器の開発に従事。

Core Technology Center



中川 英之 NAKAGAWA Hideyuki

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター  
ワイヤレスシステム技術開発部。ワイヤレス機器の開発に従事。

Core Technology Center



小久保 隆 KOKUBO Takashi

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター  
ワイヤレスシステム技術開発部参事。ワイヤレス機器の開発に従事。

Core Technology Center