ホームバスシステムと標準化動向

正会員 厚 東 健 彦[†], 鮎ヶ瀬 暢 久^{††}
正会員 羽 鳥 光 俊^{†††}

国内において団体（業界）規格化が進められているホームバスプロトコルの概要を解説するとともに、これまでのホームバスシステム（HBS：家庭内情報通信システム）に関する国内・外の検討状況、国際標準化の状況概要、およびホームバスプロトコルを適用したシステム構成の例について解説する。

1. ま え が き

近年、電気通信やマイクロエレクトロニクス技術の進歩による情報化の進展は目覚ましいものがあり、オフィスオートメーション（OA）やファクトリーオートメーション（FA）として、事業所の情報化が急速に進展しつつある。そして、そのインフラストラクチャとして、ローカルエリアネットワーク（LAN）も急速に普及しつつある。

家庭においても、ホームオートメーション（HA）あるいはホームエレクトロニクス（HE）、また最近、インテリジェントハウスなどと呼ばれる家庭の情報化が進展し、そのインフラストラクチャとしてホームバスが普及するものと予想されている。

ホームバスシステムは、家庭内に現在ある、また、今後導入されるであろう各種情報通信機器（電話機、家電機器、AV（Audio Video）機器、セキュリティー関連機器など）を共通の伝送路（ホームバス）に接続して機器相互の結びつきを深め、また、単に家庭内に留まることなく外部の網（電話網、放送、CATV）と有機的に接続し、新しい機能やサービスの実現を容易にしようとするものである。

有職女性の増加、高齢化社会の到来など、家庭をとりにくく社会動向は変化しつつある。現在、一般的に利

用意向の高い用途として、セキュリティー、ハウスコントロール、健康管理などがあげられているが、今後さらに家庭における快適な生活環境の追求、煩わしさからの解放、楽しさの追求などの欲求にこたえうるシステムが実現されると思われる。それらのニーズに応える製品や、新しい使い方の研究に関しては今後研究を行う必要があろう。

ホームバスシステムの普及促進を図るためには、ニーズの把握とともに、異なるメーカーの製品とも組合せて使えるようプロトコルを標準化することが極めて大事であり、近々、団体（業界）規格化される予定になっている*。ここでは、その内容について解説するとともに、国内外の状況、国際標準化の動向などについても解説する。

2. ホームバスに関する検討経緯 および標準化の動向

2.1 我が国の検討状況

我が国においては、昭和56年頃より関西電子工業振興センター（KEC）、郵政省・電波技術協会、日本電子機械工業会（EIAJ）などの団体で、関連企業等約30社の協力によりホームバスシステムの検討が行われてきた。最近検討が終了し¹⁾²⁾、EIAJ/電波技術協会合同規格委員会において団体（業界）規格化の検討が行われている。

また、郵政省でのインテリジェントハウス懇談会においては、ホームバスシステムの普及、アセスメント、新技術の研究開発などが行われているほか、KECにおいても集合住宅まで発展させたスーパーホー

[†] 株式会社東芝 ニューメディア事業推進部

^{††} NTT 複合通信研究所

^{†††} 東京大学 工学部

“Home Electronic Bus System and Its Standardization” by Takehiko Kotoh (New Media System Division, Toshiba, Tokyo), Nobuhisa Ayugase (NTT Integrated Communications Laboratories, Yokosuka) and Mitsutoshi Hatori (Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo).

* 脱稿後の62年2月に規格化された。

ムバスなどの検討が行われている。

2.2 諸外国の検討状況

米国では、スタンフォード研究所、モトローラ社、ゼネラルエレクトリック社、ハネウェル社などでも検討が行われていたが、現在は EIA (Electronics Industry Association) と NAHB (National Association of Home Builders) が中心となって検討が進められている。EIA では、1984 年より既築・新築住宅を対象とし各種のバス構成 (パワーラインバスなど) や、室内の各種 AV (Audio Video) 機器などの制御コマンドが検討されている。しかし、まだ具体的な検討結果は得られていない。

NAHB では、1984 年より電気、ガスまで含めて制御するスマートハウス計画を推進している。本計画では集中コンセント、ケーブルの複合化なども考えており、4 年後にシステムを構築・販売する計画である。

欧州では、CENELEC (欧州電気標準化委員会) で AV 機器用の 21 ピンコネクタ、および機器制御のための信号が検討された。この制御用の信号は、フィリップス社提案による DDB (Domestic Digital Bus) で、1 対のバス構成のツイストペアケーブルでデータを伝送するものである。

なお、パワーラインバスや DDB などは、ホームバス (メインバス) に対して伝送距離、伝送品質などの点からサブバスと呼んでいる。

2.3 国際標準化の状況

ホームバスに関し標準化を検討している機関は、IEC/TC 83/WG 1 (ホームエレクトロニクスシステム) と IEC/TC 84/WG 12 (AV システムのデジタル制御) である。

TC 83/WG 1 では 1984 年より検討が行われてきたが、これまで具体的な進捗は見られなかった。前回の会合から、バスの媒体に依存しないユニバーサルインタフェースの検討が行われている。

TC/84/WG 12 では前述の DDB が提案されていたが、これと我が国のホームバスとの相互接続を考慮したアドバンスト DDB が 1986 年の東京会議で提案され、今後これについて検討することとなった。

なお、ISO/TC 97/SC 6 (データ通信) や、CCITT/SG XVIII などの動向についても、留意しておく必要があると考えられる。

3. ホームバスプロトコルと OSI 参照モデルとの対応

最近ローカルエリアネットワーク (LAN) などの伝送システムにも OSI (Open Systems Interconnection) 参照モデルが適用されているため、ホームバスに関しても適用して考えた。

3.1 ホームバスプロトコルの種類

ホームバスのプロトコルは、使用されるチャンネル、通信形態により以下のように分類できる。

(1) 制御チャンネルプロトコル

①回線交換制御用プロトコル: 制御チャンネルを用いて、情報チャンネルを捕捉する場合のプロトコル

②パケットデータ伝送用プロトコル: 制御チャンネルを用いて、短電文情報の伝送を行う場合のプロトコル

(2) 情報チャンネルプロトコル

①回線交換通信用プロトコル: 電話の例のように、

表 1 ホームバスプロトコルの各規定内容と OSI 参照モデルとの対応

推奨 (暫定規格)	規格	例示	7	アプリケーション	アプリケーションに依存した コマンド、シーケンスなど	
			6	プレゼンテーション		
			5	セッション		
			4	トランスポート		接続のためのコマンド、通信 シーケンスなど
			3	ネットワーク	経路選択など (ルーティング)	
			2	データリンク	メッセージの正確な伝達	
			1	フィジカル	物理的な接続条件 (物理条件、電気条件) メッセージの伝送 (基本的な論理条件)	
規格化の区分	OSI 参照モデル (レイヤ構成)	データ伝送用プロトコル (制御チャンネルを利用して短 電文の伝送を行う場合)	回線交換制御用プロトコル (制御チャンネルを利用して情 報チャンネルを捕捉する場合)			
		ホームバス制御チャンネルのプロトコル

図 1 電文構成と OSI の各レイヤとの対応

情報チャンネルを捕捉し通信等を行う場合のプロトコル

- ②パケットデータ伝送用プロトコル：情報用チャンネルを捕捉した後、パケットデータを伝送する場合のプロトコル

ホームバスプロトコルとして団体（業界）規格化が進められているのは、主に（１）の制御チャンネルプロトコルである。

3.2 ホームバスプロトコルの階層構成

ホームバスプロトコルの各規定内容と OSI 参照モデルの各レイヤとの対応を表 1 に、また、ホームバスの制御チャンネルで使用される電文構成と OSI 参照モデルの各レイヤとの関係を図 1 に示す。

4. ホームバスプロトコルの標準化の範囲

4.1 標準化の態様

ホームバスプロトコルの標準化にあたり、以下の態様で考えた。

- （１）規格：相互運用性、互換性を確保するために遵守すべきもの。
- （２）推奨（暫定規格）：準拠しないと互換性が維持できないため準拠することが望ましく、将来、規格化すべきもの。
- （３）参考（または、例示）：メーカー間の互換性は保証しなくてもよいもので、メーカーの責任で自由に使用してもよいもの。

4.2 標準化のレベルと規格化の区分

前述の OSI 参照モデルの各レイヤの規定に関し、図 1 に示すような規格化の区分とした。すなわち、ホームバスの制御チャンネルおよび情報チャンネルの接続、制御チャンネルの経路選択（サブバス、サブシステムとのルーティング）、通信シーケンスなどホームバスシステムの基本的な接続に関するレイヤ 1～3 は、互換性確保のため“規格”とした。また、ホームバスの応用に関するレイヤ 4～7、特に、コマンドはアプ

リケーション、マンマシンインタフェースに関連し、今後進歩することが予想されるため“推奨（暫定規格）”として扱うこととした。なお、この“推奨（暫定規格）”は、関連する団体（工業会等）で十分に検討した後、規格化することが望ましい。

5. ホームバスプロトコル

5.1 規格案〔レイヤ 1～3〕

以下に、EIAJ/電波技術協会合同規格委員会で作成したホームバスプロトコルの規格案を、OSI 参照モデルのレイヤ構成に従って述べる。

（１）フィジカルレイヤ〔レイヤ 1〕

（a）物理条件 物理条件に関する各項目の規定内容を表 2 に示す。伝送媒体および対数は、将来の技術/サービスの進歩にも対応できるよう最大構成で規定され、この範囲内での構成は自由である（媒体は、OSI 参照モデルのレイヤ 1 ではないが、便宜上ここに含めた）。

情報コンセントとして、同軸ケーブル用に 2 種類（制御チャンネル用と情報チャンネル用）、ツイストペアケーブル用に 1 種類を規定した。同軸ケーブル用の 2 種類の情報コンセントは、分離しておいた方がフィルタや給電等の点で便利なためである。また、制御チャンネルの情報コンセント数は、サービス条件および制御信号の送受信条件（伝送波形、デューティレシオなど）を考慮して 64 個までとした。

（b）制御チャンネルの電気条件 制御チャンネルの電気条件に関する各項目の規定内容を表 3 に示す。

制御信号の伝送速度は、サービス、機器の経済的実現性などを考慮し、9.6 kb/s とした。

制御信号の伝送波形は、直流の給電も考慮し AMI によるベースバンド伝送とし、情報コンセント数の増大などを考慮してデューティ比を 50% とした。

ツイストペアケーブルの給電電圧は、IEC, UL 等

表 2 物理条件に関する各規定

項 目	規 定 内 容	
	ツイストペアケーブル	同軸ケーブル
伝 送 媒 体	最大 4 対 (2~4 対) (0.4, 0.5, 0.65 mm ϕ)	最大 2 本 (1 本はオプション) (JIS C 3502-1984)
ケ ー ブ ル 長	200 m 以内	
ト ポ ロ ジ ー	バス方式	バスおよびトリー式
情 報 コ ン セ ン ト	8 ピンモジュラ型 (ISO/TC97/SC6 N3471Rev.) (IEC/SC48B(S)125)	①制御チャンネル ネジ付き RCA 型ビンジャック ②情報チャンネル C15 型
情 報 コ ン セ ン ト 数	64 個以内 (0.65 mm ϕ)	①制御チャンネル: 64 個以内 ②情報チャンネル: 16 個以内

表 3 制御チャンネルの電気条件(レイヤ 1)に関する規定

項 目	規 定 内 容
伝 送 速 度	9.60 kb/s $\pm$ 0.13 %
信 号 波 形	AMI, 50 % デューティレシオ, 負論理
受 信 信 号 レ ベ ル	論理 0 : 2.5 V 論理 1 : 0.6 V
入出力インピーダンス	入力インピーダンス : 10 k Ω 以上 (5 kHz) 出力インピーダンス : 40 Ω 以下 (5 kHz)

での危険電圧の規定以下でかつシステムに必要な値として、直流最大 36 V を選択した。

(c) 情報チャンネルの電気条件 情報チャンネルに関しては、前述のように基本的に既存のプロトコルを利用するが、ここでは、良好な音声・データ・映像を得るため、表 4 に示すような最大送出レベル、最小受信レベル、C/N など最小限の規定とした。

(d) 制御チャンネルの論理条件 同軸ケーブルおよびツイストペアケーブルのチャンネル構成を図 2 に示す。各媒体の制御信号および低速情報の部分が主に規格化されている部分である。また、制御チャンネルの論理条件に関する各項目の規定内容を表 5 に示す。

制御チャンネルの電文構成は、図 1 に示したように OSI 参照モデルの各レイヤに対応させている。また、電文の間の休止時間は、機器構成の簡易化を考慮して

表 4 情報チャンネルの電気条件 (レイヤ 1) に関する各規定

項 目	規 定 内 容	
	ツイストペアケーブル	同軸ケーブル
最大送出レベル	アナログ信号: — デジタル信号: 1.2 V 以下	—
受信信号レベル	—	FM (VHF) : 50 dB μ V 以上 TV (VHF, UHF) : 65 dB μ V 以上 TV (BS-IF) : 60 dB μ V 以上
C/N	—	FM (VHF) : 28 dB 以上 TV (VHF, UHF) : 38 dB 以上 TV (BS-IF) : 14 dB 以上
相 互 変 調	—	FM (VHF) : 実用上支障がないこと TV (VHF, UHF) : -50 dB 以下 TV (BS-IF) : -40 dB 以下
混 変 調	—	FM (VHF) : 実用上支障がないこと TV (VHF, UHF) : -40 dB 以下
ハ ム 変 調	—	-50 dB 以下

規定に加えられたものである。

制御方式の特徴としては、優先コードと自己アドレス部で競合制御を行い、優先度の高いパケットデータ

図 2 同軸ケーブルおよびツイストペアケーブルのチャンネル構成

が勝ちな点である。このため、優先コードに電文内容、電文長、再送回数などの数種の優先度を割当てている。また、制御チャンネルで最大 256 キャラクタのデータを送れるが、これらの長電文が制御チャンネルを専有すると、機器や外部網の制御信号に遅延を生じる可能性があるため、短電文（16 キャラクタ以内）が長電文（17～256 キャラクタ）に割り込める規定を盛り込んでいる。したがって、長電文を連続して伝送する場合は、情報チャンネルを利用するのが望ましい。

(2) データリンクレイヤ〔レイヤ 2〕

データリンクレイヤに関する各項目の規定内容を表 6 に示す。

アドレスは、複合機器の接続、パワーラインバスや前述の DDB などサブバスへの機器の接続など各種のシステム構成形態も考慮して 1 キャラクタとし、これを図 3 に示すように 4 群に分けて用いることとした。具体的なアドレスのコード割当ては、“推奨（暫定規格）”としている。前述の優先コードにビット割当てを

表 5 制御チャンネルの論理条件(レイヤ 1)に関する各規定

項 目	規 定 内 容
制 御 方 式	競合制御付き CSMA/CD
同 期 方 式	調歩同期
電 文 の 優 先	4 レベル（短電文が長電文より優先など）
チ ャ ン ネ ル 構 成	図 2 参照

電 文 構 成

休止時間
10 ms

スタート

ストップ

A: 優先コード/1 キャラクタ
B: 自己アドレス/1 キャラクタ
C: 相手アドレス/1 キャラクタ
D: 制御コード/1 キャラクタ
E: 電文長コード/1 キャラクタ
F: オペレーションコード、オペランドまたは、データ/最大 256 キャラクタ
G: チェックコード/1 キャラクタ
H: ダミーコード/1 キャラクタ
I: ACK/NAK コード/1 キャラクタ
J: ヘッダー/1 キャラクタ
K: 自己サブアドレス/1 キャラクタ
L: 相手サブアドレス/1 キャラクタ
M: 自己機能アドレス/1 キャラクタ
N: 相手機能アドレス/1 キャラクタ
O: オペレーションコード/1 キャラクタ
P: オペランド/n キャラクタ
Q: ターミネーションコード (TC)/1 キャラクタ
(注) Q は複合オペレーションコードを用いる場合

行った一斉同報やグループ同報により、アドレス空間を有効に利用している。

標準/システム独自プロトコルの切替えを行うプロトコルスイッチ、データ・コマンドの識別を行うデータフィールド識別、再送フレームナンバは、制御コードにビットを割当てた。

誤り検出は、パリティビットとチェックコードにより行い、その結果をACK/NAKで返送することとした。この場合、1キャラクタ相当の時間(ダミーコード)に誤りの検出を行い、同一電文内で誤り制御を行うことにより、制御チャンネルのトラヒック軽減を図った。

なお、同報の場合には、異符号での微小パルスが情報チャンネルの映像に影響を与えるため、ACK/

表6 制御チャンネルの論理条件(レイヤ2)に関する各規定

項 目	規 定 内 容
同 報	一斉同報:優先コードにビット割付け グループ同報:優先コードおよび、相手アドレスにビット割付け
自己/相手アドレス	図3参照
プロトコルスイッチ	制御コードにビット割付け
データフィールド識別	制御コードにビット割付け
電文長	電文長コード (256キャラクタ以内)
誤り制御(検出)	ACK/NAK返送による(水平パリティおよび、チェックサムによる) 再送は3回

上位ニブル 下位ニブル	0	8	4	C	2	A	6	E	1	9	5	D	3	B	7	F
0	☆	NT 用 (規格)							(グループ 0)							
8																
4	-----Ⅰ群〔コミュニケーション関連機器〕-----															
C	(グループ 1)															
2																
A	(グループ 2)															
6	-----Ⅱ群〔ハウスキーピング関連機器〕-----															
E	(グループ 3)															
1																
9	(グループ 4)															
5	-----Ⅲ群〔AVC 関連機器〕-----															
D	(グループ 5)															
3																
B	(グループ 6)															
7	-----Ⅳ群〔予備, 拡張用〕-----															
F	(グループ 7)															

(注1) ☆:ホームバスコントローラ(HBC)
(注2) 上位および下位のニブルはヘキサ表示(負論理)

図3 アドレスのコード割り当て

NAKの返送は行わないこととした。

(3) ネットワークレイヤ[レイヤ3]

ネットワークレイヤに関する各項目の規定内容を表7に示す。

システムに共通やアプリケーションに関係するコマンドの識別を行うコマンド制御、サブバスに収容された機器との通信を識別するサブアドレス識別、複合機能から構成される機器の特定機能との通信を識別する機能アドレス識別をヘッダーにビット割当てしている。

システムで共通に使用するコマンドとしては、システムの立ち上げやリセットなどの必須のものと、電話網のような外部網を制御するために共通化した方がよいコマンドとをあわせて規定した。システム共通コマンドのコード割当ての考え方は図4に示すように、上位ニブル(4ビット)の0~7列(ヘキサ表示)をオペランドとしてJIS C 6220の情報交換用機能キャラクタ

表7 制御チャンネルの論理条件(レイヤ3)に関する各規定

項 目	規 定 内 容
サービス識別	ヘッダーにビット割付け
サブアドレス識別	ヘッダーにビット割付け
機能アドレス識別	ヘッダーにビット割付け
共通コマンド	図4(ビット割付けの考え方)参照
通信シーケンス	図5参照

上位ニブル	オペランド								オペレーションコード							
下位ニブル	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	JIS C 6220の 情報交換用の機 能キャラクタを 用いる															
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8	TC															
9																
A																
B																
C																
D																
E																
F																

(注1) TCは、ターミネーションコード
(注2) □は、拡張用

図4 システム共通コマンドのコード割当て

タを使用し、上位ニブルの8～F列(ヘキサ表示)をオペレーションコードとして使用することとした。さらに、図のように同軸ケーブルとツイストペアケーブルで使用するコマンドを分けると共に、将来の拡張性を考慮して拡張ビットをそれぞれ割当てた。また、これらの共通コマンドを使用して通信を行う場合の基本的な通信シーケンスも規定した。図5に情報チャンネル接続および開放シーケンスの例を示す。

5.2 推奨(暫定規格)案〔レイヤ4～7〕

レイヤ4～7は、ホームバスの応用に関する規定であり、今後のサービスの進展により変更もあり得ると考えられるため推奨(暫定規格)とした。また、当面必要な推奨の規定として、コミュニケーションサービ

ス(マネージメントサービスを含む)、ハウスキーピングサービス、AVCサービスのアプリケーションレイヤ(レイヤ7)について具体的に検討した。

検討した主な内容は、図3に示したアドレス空間に具体的な機器のコード割当てを行ったこと、メインバスを経由してサブシステムに収容された機器が相互に通信する場合の電文構成、および各サービスごとのオペレーションコード、オペランドを抽出したことなどであるが、ここでは割愛する。なお、アプリケーションに関するオペレーションコード、オペランドのコード割当ての考え方は、システム共通コマンドと同様とした。

6. ホームバスプロトコルを適用したシステム構成の例

6.1 代表的なシステム構成

代表的なホームバスシステムの構成例を図6に示す。本システムでは、外部の電話網、CATV、放送と接続されるとともに、ホームバス(メインバス)には電話機などの音声端末、パソコンなどのデータ端末、テレビカメラ、テレビなどの映像端末などが接続されている。

サービスとしては、電話(ホームテレホン)、ビデオテックスサービス、放送受信、テレビインターホンなどのほか、これらの融合されたサービスが想定される。なお、前述のプロトコルは、メインプロセッサを持った集中型、メインプロセッサを持たない分散型、集中・分散融合型などのシステム構成にも適用できる。

6.2 複合機能を持った機器を接続する場合の通信例

ダブルカセットデッキやテレビ付き電話などの例のように、今後、複数の機能を内蔵した機器の出現が多くなると推定される。このような場合でも、前述の機能アドレスを用いて正常な通信が可能である。図7にシステム構成例とその電文構成(アドレス構成)の様子を示す。

6.3 サブシステムと接続する場合の通信例

サブバスに収容された機器と、ホームバス(メインバス)に収容された機器との通信、あるいはサブバスに収容された機器が相互にホームバスを経由して通信する場合が考えられ

図5 情報チャンネル接続および開放シーケンス

図6 代表的なホームバスシステムの構成例

図 7 複合機能機器相互の通信例

図 8 サブシステムに収容された機器相互の通信例

る。後者の場合のシステム構成例とその電文構成（アドレス構成）の様子を図8に示す。

このように、前述のプロトコルを用いることにより、各種のシステムが構成できるとともに、機器間、外部網との通信が可能である。

* 脱稿後の62年2月に規格化された。

7. む す び

国内において団体（業界）規格化が進められている*ホームバスプロトコルの“規格”部分を中心に解説するとともに、国内外の検討状況、国際標準化の状況についてもあわせて述べた。

今後、このホームバスプロトコルの普及促進に向けて関係業界の協力をお願いするとともに、実際の運用により本プロトコルの改良（推奨（暫定規格）の規格化など）を図る必要があると考えられる。

本ホームバスプロトコルの検討に当たり、通産・郵政両省の関係各位をはじめ、各種委員会に参加された関連メーカ、日本電子機械工業会、電波技術協会の関係各位の多大なる協力により仕様統一化が前進したことをここに感謝します。

(昭和62年2月2日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 家庭における情報化に関する調査研究会：家庭における情報化に関する調査研究会報告書（最終報告）、（昭和61年3月）
- 2) 日本電子機械工業会：ホームバスシステムの標準化（昭和61年6月）

ことう たけひこ
厚東 健彦 昭和33年、早稲田大学理工学部卒業。同年、(株)東芝入社。音響機器の開発、設計、製造等に従事。音響事業部技師長、本社技術管理部担当部長、AV技術研究所長等を経て、現在、同社ニューメディア事業推進部事業部長。正会員。

おぎわら たけひさ
鮎ヶ瀬 暢久 昭和42年、東京電機大学卒業。同年、NTT武蔵野電気通信研究所入社。自動車電話機、データテレホン、通話時間・保留機能付電子化電話機等の電話宅内機器の研究実用化に従事。現在、ホームコミュニケーションシステムの実用化およびホームバスの標準化活動に従事。

ほりかわ みつとし
羽鳥 光俊 昭和43年、東京大学大学院電気工学専門課程博士課程修了。同年、同大学工学部講師、44年、同助教授、61年、同教授となり、現在に至る。PCM通信、帯域圧縮符号化、画像処理、光通信、ゴーストキャンセラ、適応ディジタルフィルタの研究に従事。工学博士。正会員。