

## Q 電力線通信について教えてください

A

電力線通信とは商用電源の配線を利用して高速なデータ通信を行う通信システムのことです。最近では、高速な伝送が可能な変復調技術の開発と、不要な電磁波の放射抑制技術の検討が進められ、30 MHzまでの帯域を利用する電力線通信の実験が計画されています。ここでは、その電力線通信の技術動向について紹介します。

### 電力線通信の現状

現在の電力線通信は利用できる帯域幅が電波法によって450 kHzに制限されているため、9.6 kbit/sから最大でも3 Mbit/s程度の伝送速度が限界でした。最近になって、高速な伝送を可能とする変復調技術および強力な符号誤り訂正技術の開発が進み、さらに電力線で利用する周波数帯域を30 MHzまで拡大することによって、数Mbit/s～数十Mbit/sの高速な通信が可能となりました。このような技術の進展に伴って、2001年に(社)電波産業会(ARIB)の中に電力線搬送通信設備開発部会が設けられて、30 MHzまでの周波数帯域を使用する電力線通信の実現に向けた検討が行われました。引き続き2002年には総務省に「電力線搬送通信設備に関する研究会」が設けられ、漏洩電界強度の検討が行われました。しかし、電力線通信による漏洩電界強度が航空管制や短波放送等の無線通信に影響を与える可能性があることから、引き続き漏洩電界を低減する研究開発を進めることとなりました。本年1月になって漏洩電界強度を低減する技術の検証を目的としたフィールド実験を実施できる法制度が整備されて、全国で検証実験が開始される状況となりました。

電力線通信とは

図1はホームネットワークとして電力線通信(PLC: Power Line Communication)を利用する例を示しています。例えば、Bフレッツと電力線モデムを組み合わせると、コンセントの数は各部屋に少なくとも1個以上ありますから、モデムをコンセントに差し込むことによりどの部屋にいても簡単にインターネットにアクセスすることが可能となります。また電力線を利用した高速通信システムは図2に示すような電柱上の変圧トランスの下部にモデム(親機)を設置して、各戸のモデム(子機)間で通信を行う形態が考えられています。この利用形態では、電力線は電柱上のトランスの2次側で中性線が接地されているため、各戸への引落し線および低圧配電線がアンテナの役割を果たして、不要電磁波を放射する可能性があります。さらに、子機間での信号の漏洩もあり、通信の秘匿性を保証する技術が必要となります。このように使い勝手が便利な電力線モデムも電力線の配線形態から解決しなければならない課題があります。

電力線の特性

配線形態からみた電力線の特徴は、

トランスの2次側は単相3線方式で配線されていること。したがって、 $L_1-N$ (100V)、 $L_2-N$ (逆相100V)の2系統が存在します。ここでNは中性線を表します。なお、200Vの電圧を利用する場合は $L_1-L_2$ 間に負荷(エアコンなど)を接続します。

負荷となる電気製品がすべて並列に接続されること。モデムからみた電力線側のインピーダンスに時間的な変動があること。

コンセントは一般に開放端となっているので反射の影響があること。

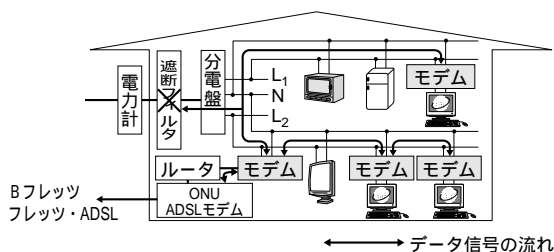


図1 PLCを使ったホームネットワーク

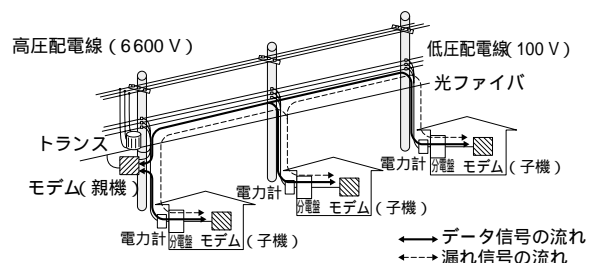


図2 電柱からの電力線通信の構成例

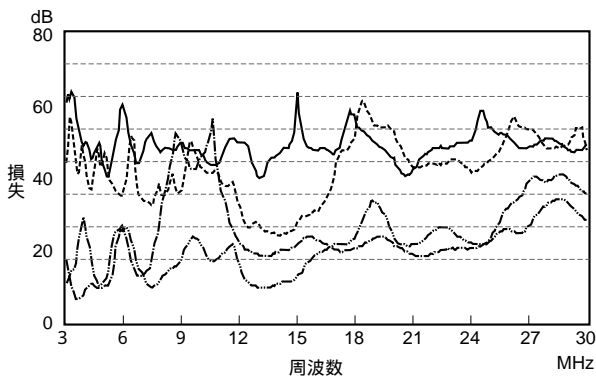


図3 一戸建ての家屋での各コンセント間の損失の測定例

モデムからみると分岐の数が多いこと。

インピーダンスのマッチングという概念がないこと。

モデム間の距離はホームネットワークでは最大でも数十m以下と短いこと。

などが挙げられます。

電話回線と比べると伝送特性上では不利な点が数多く存在します。

図3は、一戸建ての各部屋にあるコンセント間の損失を測定した例です。損失は多数の分岐からの反射の影響のため周波数依存性のない特性になっています。また単相3線式のためコンセント間によっては20 dB程度の損失の少ない場合と、逆に50 dB程度の大きな損失を持つ場合のあることが分かります。

#### 電力線の通信方式

電力線で使用されるモデムの方式には、直交周波数分割多重方式（OFDM方式）、スペクトル拡散方式（SS方式）およびマルチキャリア方式（MC方式）があります。それぞれの変調原理、周波数帯域、伝送速度および特徴を表にまとめて示します。OFDM方式はADSLあるいはVDSLで使用されている方式と同じ変調方式で、多数のキャリアを一括して変復調します。また各キャリアの出力を停止できることや、キャリアごとのS/N比によってキャリア当りのビット数を変えることができるなど、電話回線と比較して特性の劣る電力線に柔軟に対応できる特徴があります。

SS方式は、元の信号スペクトルを拡散して電力線上を伝送させて復調する方式で、秘匿性が高く、信号電力スペクトル密度が低いため、漏洩電界強度の低減には優れていますが、伝送帯域幅が元の信号の帯域より広がるなど課題も多く、高速化には限界があります。

MC方式は、1つのキャリアでは伝送速度に限界があるため、キャリア数を増やすことにより伝送速度を向上させて

表 主な電力線通信モデムの方式

変調方式	直交周波数分割多重方式	スペクトル拡散方式	マルチキャリア方式
変調原理	<p>多数キャリアの一括変調 変調：離散フーリエ変換（IDFT） 復調：離散フーリエ変換（DFT） 差動位相変調（DQPSK） 16値直交振幅変調（16QAM）</p>	<p>信号スペクトル 復調後 周波数 拡散された信号スペクトル 直接拡散方式 周波数ホッピング方式</p>	<p>互いに独立なキャリア 周波数 差動位相変調（DQPSK）</p>
周波数帯域	4.3～20.9 MHz 2.5～22.8 MHz	4～20 MHz	2～25 MHz
伝送速度	14～45 Mbit/s	2.5～8 Mbit/s	2～12 Mbit/s
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定の周波数キャリアの出力を停止</li> <li>周波数利用効率が高く、高速化が容易</li> <li>伝送路の伝達関数に柔軟に対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スペクトル拡散による不要電磁放射の抑制</li> <li>秘匿性が高い</li> <li>元の信号帯域より広い帯域幅が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成が簡単（低価格）</li> <li>高速化は難しい</li> </ul>

います。モデムの構成が単純となる利点がありますが、高速な通信には適していません。伝送速度の点から比較すると、電力線の劣悪な特性にもかかわらず、OFDM方式では、45 Mbit/sの伝送速度が実現しています。現在、さらなる高速化が検討されています。

#### 実用化に向けた課題

電力線通信は通信媒体となる電力線の片線が接地されていることから、不要電磁波の放射が他の無線設備に影響を与えないような漏洩電界強度低減技術が必要となります。またホームネットワークで使用する場合には、家庭内の電力線モデムの信号が外部へ洩れないように遮断フィルタの挿入が必要となります。このフィルタはADSLで使用するフィルタと異なって大電流を流すことから太いコイルを使用し、重量および形状が大きくなってしまいます。実用化には小型で軽量のフィルタが必要となります。さらに電力線通信では電気工事を行う資格が必要なことも今後の課題です。

#### 今後の展望

高速な変復調技術の進展により、電力の供給と情報の供給を1つのコンセントで同時に実現できる電力線通信はインターネットアクセスはもとより、家電製品のIT化（在庫管理、遠隔コントロールなど）、セキュリティ管理、電気機器の制御など多くの分野で利用が期待できる技術です。

〔NTTアクセスサービスシステム研究所 カスタマシステムプロジェクト<sup>1</sup> / NTTアドバンステクノロジー<sup>2</sup>〕

木村 康郎<sup>1</sup> / 山野 誠一<sup>2</sup> / 灰原 正<sup>1</sup>

このコーナーで取り上げて欲しい質問をE-mailで編集部までお寄せください。  
（社）電気通信協会内 NTT技術誌事務局 E-mail jrr@tta.or.jp