

「HD-PLC」最新技術動向と活用事例

HD-PLC Latest Technology Trend and Case Study

古賀 久雄*
Hisao Koga

IEEE 1901準拠の「HD-PLC (High Definition Power Line Communication)」にITU-T G.9905準拠のマルチホップ技術を適用することで、分電盤を超えた高速電力線通信が可能となった。これにより、分電盤ごとにPLCアダプタを設置して建物内を広くカバーすることで、住居内だけでなく商業ビルや工場など大きな建物内でも電力線通信利用によるネットワーク構築ができるようになった。

High-speed Power Line Communication (PLC) beyond the distribution board became possible by applying multi-hop technology conforming to the ITU-T G.9905 and IEEE 1901 standards for HD-PLC. As a result, by installing a PLC adapter for each distribution board and covering the inside of a building extensively, it is possible to construct a network by using PLC not only in a residence but also in large commercial buildings and factories.

1. 「HD-PLC」とは

「HD-PLC^(注1)」は、電力線を使って物理レイヤの通信速度最大240 Mbit/sの高速通信を実現する通信技術[1]である。標準化はすでに完了しており、2010年に国際標準規格IEEE 1901、2013年にTTC (Telecommunication Technology Committee) 標準 (JJ-300.20 and 21) を取得した。

国内においては、電力線を使って主に屋内用途で使用されてきたが、2013年に行われた屋外利用に係る省令などの改正 (電波法施工規則第44条参照) により、電気を分配する分電盤の負荷側 (コンセント側) においては屋外でも使用可能となり、適用範囲が広がっている。

「HD-PLC」を利用することで、新たに通信専用線を配線することと比較して、下記の利点がある。

- 配線工事コストを大幅削減
 - 配線数削減 (省線化) による軽量化
 - (省線化による) 機器/設備のメンテナンス性向上
- 商業ビルや工場などでも対応できるように分電盤を超えるマルチホップ技術を新たに開発し、さまざまな環境で実証実験を行っている。なお本技術は2016年からライセンス供与を開始している。

2. 「HD-PLC」マルチホップ技術

2.1 マルチホップ技術概要

今回新たに開発したマルチホップ技術は、国際標準規

格ITU-T G.9905で採用されたプロトコル (CMSR : Centralized Metric based Source Routing) の技術をベースに「HD-PLC」に最適化したものである。本技術は、当初スマートメータ用低速通信技術へ適用するために開発[2]されたものである。今回「HD-PLC」に適用するとき高速通信にルート情報交換頻度の最適化を行い、またMasterのみすべてのTerminal情報を収集し、各TerminalはMasterへ接続するルート情報のみ収集することで、計算負荷を大幅に軽減した。これにより、通信速度をある程度維持した状態で、通信距離を大幅に延ばす (例: 10ホップで2 km, ここでPLCアダプタ間通信を1ホップと定義) ことができるようになった (ただし、最長通信距離は通信環境条件や線材により異なる)。

PLCアダプタにはMasterとTerminalがあり、Terminalでは情報の入出力や自動中継を行い、MasterはTerminalの機能に加えて全端末を管理する機能を有する。Master 1台当たり、Terminal最大1024台の管理が可能である。Terminal間通信は、直接通信ではなくMasterを介した通信により実現する。

マルチホップルーティングは、計算負荷の大幅軽減という特長に加えて、「HD-PLC」が独自にもつ伝送路推定機能を利用することで、伝送特性の時間的変動に応じて通信ルートを自動で変更することが可能である。そのため、ノイズなどによる伝送路変動が生じる場合でも、PLCネットワークとして安定通信が可能である。

このように、開発したマルチホップ技術を「HD-PLC」に搭載することにより、無線通信が困難なビルのフロア間においても、縦幹線など既設の電力線を利用して広範囲にネットワークインフラを構築することができる。

セキュリティについては、無線LANと同様の技術を使って暗号化されるため、未登録PLCアダプタの無断参入を防ぐことは可能である。また、PLCネットワークごと

(注1) 当社の登録商標または商標。 <http://www.hd-plc.org/>

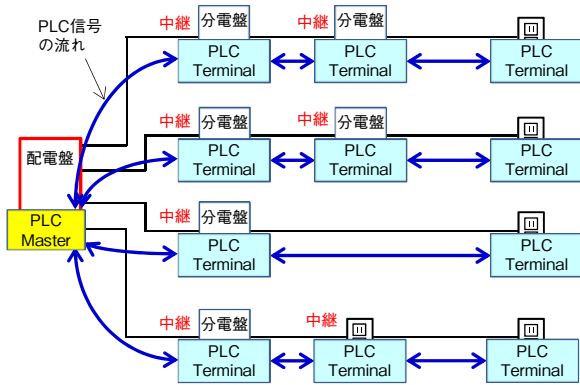
* コネクティッドソリューションズ社
イノベーションセンター

Innovation Center, Connected Solutions Company

にグルーピングもできるため、複数ネットワークが同じ電力線上に同時に存在することも可能である。

2.2 分電盤内へのPLCアダプタの設置方法

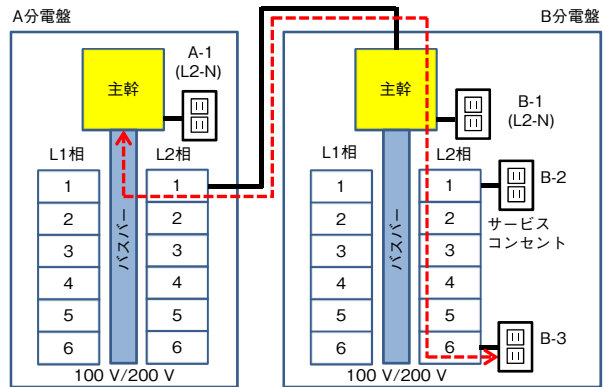
第1図にPLCアダプタの設置イメージを示す。基本的に電気配線上に分電盤が存在する場合は、分電盤内にPLCアダプタを設置することを推奨している。理由は、各分電盤内ではブレーカによる多数の分岐によりインピーダンスが低く、PLC信号が大きく減衰するからである。分電盤内にPLCアダプタを設置することで、電気配線系統に沿ったツリー状のPLCネットワークが自動で構築される。



第1図 PLCアダプタの設置例
Fig. 1 Example of PLC adapter installation

ここで、分電盤内へのPLCアダプタの設置方法について説明する。まず、同相間 (L1-N同士, L2-N同士, 200 V 同士) で通信するように設置することが望ましい。異相間接続でも通信自体は可能であるが、伝送路の減衰特性が同相接続と比較して、平均で約5 dB~10 dB劣化する。

同相接続を確認後、今度は分電盤内のどの位置にPLCアダプタを設置するかも重要である (第2図)。PLC信号の流れる方向や前後の分電盤でのPLCアダプタの設置位置や設置された相および分電盤間の配線距離などを考慮して決定する必要がある。例えば、第2図においてA-1サービスコンセントにPLCアダプタが設置されている場合はB-1/B-2あるいはB-3の位置にPLCアダプタ設置を考える必要がある。また、分電盤内に中継用のPLCアダプタを必ず1個設置というわけではなく、通信性能向上あるいはアダプタ故障時のバックアップ経路用として複数台設置してもよい (例: B-1とB-3)。

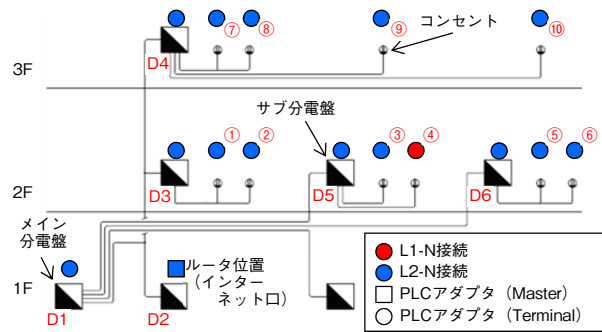


第2図 分電盤間での通信
Fig. 2 Communication between distribution boards

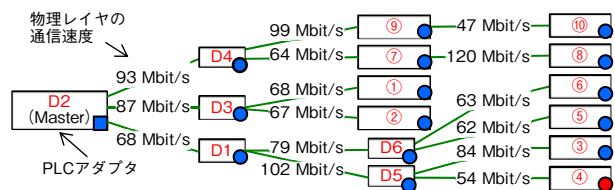
3. 活用事例

第3図に3階建て建物の電気配線系統図の例を示す。Master機能をもつPLCアダプタはルータ (インターネット口) が設置されている近くの分電盤 (D2) に設置し、Terminal機能をもつPLCアダプタは各分電盤内およびコンセントに設置した。ここでは、ほとんどのコンセントがL2-N相に接続されていたため、④コンセントを除いて、すべてのPLCアダプタをL2-N相に設置した。

第4図に上記設置時のマルチホップトポロジーの測定



第3図 電気配線系統図と設置例
Fig. 3 Electric wiring system diagram and installation example



第4図 第3図のマルチホップトポロジー
Fig. 4 Multi-hop topology in Fig. 3

結果を示す。図から分電盤（D2）から最大3ホップで全体が接続されている。また、分電盤（D5）接続の③と④コンセントの物理レイヤの通信速度の結果から異相接続時では通信速度が劣化することがわかる。ルータから各室内コンセントまでの実効速度は、おおむね10 Mbit/s～20 Mbit/s程度であった。ここで、実効速度とは、データ通信において、理論上の最大通信速度となる物理レイヤにおける速度ではなく、一般的な利用環境で実測される速度のことをいう。

通常の施工手順では、第4図のネットワークトポロジー結果および物理レイヤの通信速度を取得後、トポロジーの最適化を行う。具体的には、各PLCアダプタ間の物理レイヤの通信速度を確認し、ルータに近い上流側の通信速度が極端に遅い箇所ができないように分電盤内でのPLCアダプタ設置位置を調整していく。

今回の事例では、建物全体にWi-Fi^(注2)アクセスポイントを設置することを目的とした。そのため、無線の電界強度が強い吹き抜けのエリアなどではそのまま無線LANでカバーし、電界強度が弱い各会議室内では、PLCアダプタと無線LANアクセスポイントをEthernet^(注3)ケーブルで接続することでWi-Fiスポットを構築した。

今回の事例のように、無線の補間技術としてPLCは非常に有用な技術である。

4. 動向と展望

今後は、電力線に限らず同軸線、ツイストペア線や電話線など、あらゆる既設線が「HD-PLC」の通信インフラとして利用され、加えて無線通信技術と「HD-PLC」の組み合わせで、より広範囲&安定したIoT(Internet of things)のための通信環境が提供されていくだろう。

最後に、今回紹介したマルチホップ版「HD-PLC」の他、「HD-PLC」Quatro Coreという新たな技術の開発も行っている。これは、同軸線限定で最大1 Gbit/sに対応する技術、および電力線上で最大2倍の距離まで通信を可能とする技術である。本技術についても、今後は試作や評価を行っていく。

参考文献

- [1] 古賀久雄, “次世代電力線通信と標準化,” パナソニック技報, vol.56, no.1, pp.16-21, 2010.
- [2] 岡田幸夫 他, “スマートメータ用マルチホップ通信システム,” パナソニック技報, vol.57, no.4, pp.23-28, 2012.

(注2) Wi-Fi Allianceの登録商標。

(注3) 富士ゼロックス(株)の日本国内における登録商標。