

屋内高速電力線搬送通信からの漏洩電界と電波共存上の問題(2)



研究ノート

北川 勝 浩*

Emission from in-house broadband power line communications
and wireless interference (2)

Key Words : power line communications, interference, common mode, differential mode, antenna

電力線搬送通信(Power Line Communications, PLC)は, 商用電源を通すための電力配線に本来想定していない高周波信号を通して通信を行うため, 電磁界が漏洩して放送や無線通信に混信を与える恐れがある。数年前からPLCをMbps以上に高速化してインターネットアクセスや家庭内LANに利用できるように, 2~30MHzの周波数を開放せよという強い要望が産業界から出され, 紆余曲折の末に昨年10月に屋内利用限定で規制緩和が行われた。そのための技術基準は, 放送や無線通信に妨害を与えないように離隔距離10mにおいてPLCによる漏洩電界を周囲雑音(環境雑音)と同程度以下にするという前提で定められた。周囲雑音は場所や季節によって変わるが, CISPR委員会は独自に28dB μ V/m (2~15MHz) および18dB μ V/m (15~30MHz) という値を採用した。また, 漏洩電界の原因がPLCからコンセントに流入するコモンモード電流であるとして, それによって発生する漏洩電界が10m離れた点で, 上記の周囲雑音以下となるように, コモンモード電流を平均値(RMS)で20dB μ A以下(2~15MHz) および10dB μ A以下(15~30MHz)と定めた。(技術基準にはそれより10dB高い値を準尖頭値(QP)として定めている。) 春号では, この許容値を満たしているとして総務大臣から型式指定を受けて市販されたPLCが, 10m離れても想定外の強い

漏洩電界を発生し, 短波放送の受信を妨害することを定性的に述べ, その本質的原因をかいつまんて説明した。(注1) 本号では漏洩電界を定量的に測定したので, その結果を報告する。

実験は, 吹田市内の木造二階建ての一般住宅と神戸市内の鉄筋二階建ての一般住宅で行い, どちらでも周囲雑音を上回る漏洩電界が観測されたが, ここではより深刻な木造住宅での結果を報告する。住宅内の2つのコンセントにPLCを接続して, PLCとパソコンの間を付属のLANケーブルで接続した。2つのパソコン間でPLCを介して100MB~数百MBの大きなファイルを転送(FTP)することによって, 主として送信側のPLCからの漏洩電界を測定した。電界強度の測定は60cm角のシールドされた小型ループアンテナを, 住宅の外壁から10m離れた地点の地上高2mに, その指向性が住宅の中心を向くように設置して, スペクトラムアナライザで行った。また, 漏洩電界の原因とされているPLCモデムのコモンモード電流も, フェライトコアを用いたトランスで検出し, スペクトラムアナライザで測定した。

春号執筆の時点では, 松下電器のHD-PLC方式のPLCしか市販されていなかったが, その後, HomePlug方式, UPA方式, HomePlugAV方式などの製品が国内外のメーカーから市販されたため, これら全ての方式のPLCについて実験を行った。これらの結果のうち代表的なものを以下の図に示す。また, 漏洩電界とともに, 技術基準で定められたコモンモード電流の許容値(RMS)と, 前提とした周囲雑音電界の値も直線で記している。

これらの実験結果からすぐにわかることは, 測定したすべてのPLCが周囲雑音を超える漏洩電界を発生していることである。

図1のようにコモンモード電流が許容値をはるかに超過しているものもある。この製品に関しては,



* Masahiro KITAGAWA

1958年9月生

大阪大学大学院・工学研究科・電子工学専攻・博士前期課程修了(1983年)

現在, 大阪大学大学院基礎工学研究科, システム創成専攻・電子光科学領域, 教授, 博士(理学), 量子計算、エレクトロニクス

TEL: 06-6850-6320

FAX: 06-6850-6321

E-mail: kitagawa.m@ee.es.osaka-u.ac.jp

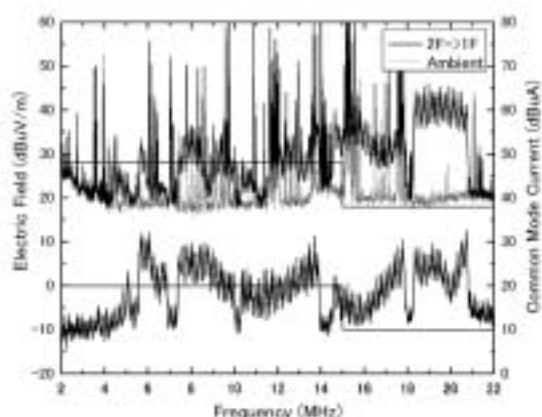


図1 CNC-1000 (HomePlug方式)の漏洩電界(上)と
コモンモード電流(下)

20MHzではコモンモード電流が許容値を7dB超過しているが、漏洩電界は想定値を27dBも上回っている。コモンモード電流と漏洩電界の間の因果関係は見出せない。この製品は、全般的に許容値を10～20dB程度超過している。

技術基準を満たしているのかどうかかなり疑わしい。一方、図2のようにコモンモード電流が許容値を少し超過しているモデムもある。この場合、2つの可能性が考えられる。ひとつはモデムが許容値ぎりぎり設定されていて個体差によって許容値を上回ってしまう。もう一つは、技術基準で指定された測定法で許容値を満たしていても、実際の住宅で使用している状態では許容値を満たさない。

次に分かることは、コモンモード電流が許容値を満たしていても、漏洩電界が周囲雑音を顕著に上回る場合が多いことである。これはすなわち、漏洩電界がPLCモデムのコモンモード電流によって発生

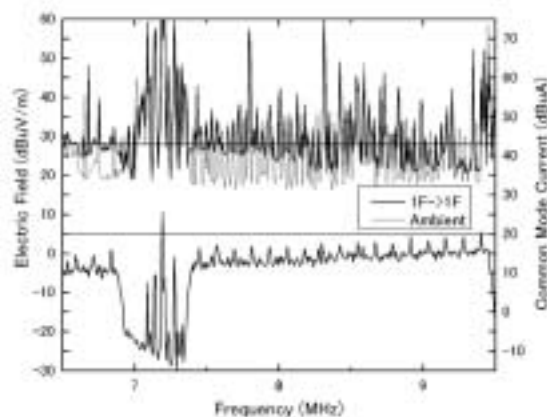


図3 松下電器 (HD-PLC方式)の漏洩電界(上)と
コモンモード電流(下)

コモンモード電流の許容値は満たしているが、7.4～8MHz付近で漏洩電界が周囲雑音を10dB超えている。実際の周囲雑音よりも10dB過大な想定値とほぼ同レベル。20MHz以上ではこのギャップが無くなるので、想定値を10dB程度超過している。

するという仮定そのものが間違っていたか、あるいは、発生する漏洩電界を過小評価していたかのどちらか、あるいは両方である。コモンモード電流と漏洩電界の間に明確な比例関係を見出せないことから、他に漏洩電界の主要な原因が存在することは明白である。

さらに、PLCの特性以外でも非常に気なることがある。4～15MHzの周波数は、実際の周囲雑音の値は15MHz以上とほとんど変わらず、この技術基準の前提としてCISPR委員会が採用した値よりも10dB程度低いことである。実は、この結果は、

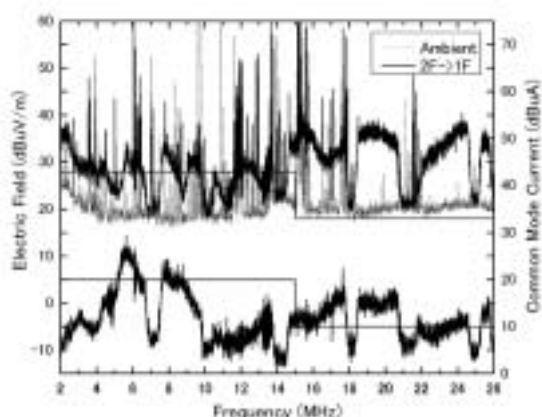


図2 Netgear (UPA方式)の漏洩電界(上)と
コモンモード電流(下)

24MHzではコモンモード電流が許容値と同じであるが、漏洩電界は想定値を20dBも上回っている。コモンモード電流と漏洩電界の間の因果関係は見出せない。許容値を7dB程度超過している周波数が多い。非通信時にもほぼ同程度の雑音が発生する。

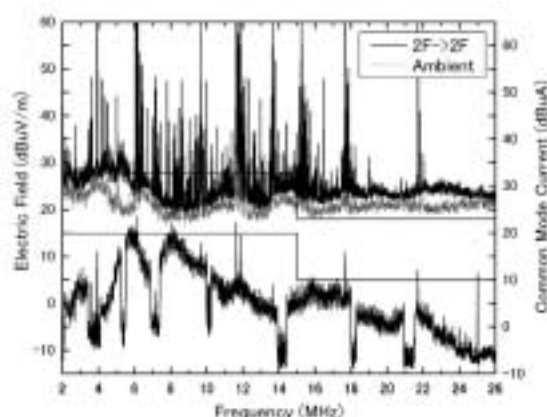


図4 ZyXEL (HomePlugAV方式)の漏洩電界(上)と
コモンモード電流(下)

コモンモード電流は全帯域で許容値を満たしているが、漏洩電界は全帯域で周囲雑音を超えている。6MHz付近で10dB超えているが、周囲雑音の想定値が10dB過大であるためその値は超えていない。

ITU-Tが東京都小平市で測定した結果ともほぼ一致している。CISPR委員会が採用した周囲雑音の値は突出して大きく、そのため4～15MHzの許容値は10dBも甘くなっている。

今回の定量的な実験から、当初から私が予見していたとおり、現行のPLCの技術基準に定められたコモンモード電流規制では漏洩電界を周囲雑音以下にコントロールすることは不可能であることが明らかになった。春号で述べた屋内電力配線のスイッチ分岐などで起こる顕著なモード変換のために、ディファレンシャルモードから見ても、屋内配線は短波帯の良好なアンテナとして動作する。現行の技術基準は、配線上でのモード変換を無視しているので、通信のために注入されるディファレンシャルモード電流は野放しである。いわば未知のアンテナに未知の電力を供給することを許しているのであるから、電界をコントロールできるはずがない。

広帯域PLCの漏洩電界を真に周囲雑音以下に制御して、通信・放送との電波共存上の問題を解決する

には、屋内電力配線のアンテナとしての能力の評価が不可欠である。屋内配線のアンテナ能力の測定はそれほど難しいことではないので、その結果に基づいて早急に技術基準を見直す必要がある。

参考文献

- [1] 北川勝浩「屋内高速電力線搬送通信からの漏洩電界と電波共存上の問題」, 生産と技術, 2007年春号, Vol. 59, No. 2, P.69
- [2] 情報通信審議会CISPR委員会報告書「高速電力線搬送通信設備に係る許容値及び測定法」

(注1) 春号で松下製のHD-PLCの漏洩電界の周囲雑音からの超過を40dBとお伝えしましたが、これは短波受信機の受信強度からの推定値で、正確さに欠けていました。その後、定量的な測定を行ったところ、超過は最大20dB程度と判明しました。

