

屋外PLC許容値の在り方

2011年9月20日

国立天文台 大石雅寿

大阪大学 北川勝浩

考え方

- これまでの議論で分かったこと
 - この屋外PLCは、**現行の屋内PLCの文字通り延長線**
 - アクセスPLCではない(明文化が必要)
- 現行の屋内PLCと異なる点
 - 屋外なので家屋の遮蔽が効かない
 - スマートグリッド用途なのでMbpsを越える高速性は必要ない
- 許容値をどう決めるか
 - 現行の屋内PLC許容値の現況を精査する
 - そこから家屋の遮蔽分低い値を許容値とする
 - 実環境実験によって、周囲雑音レベルを0.5dBまでしか上げないことを確認する

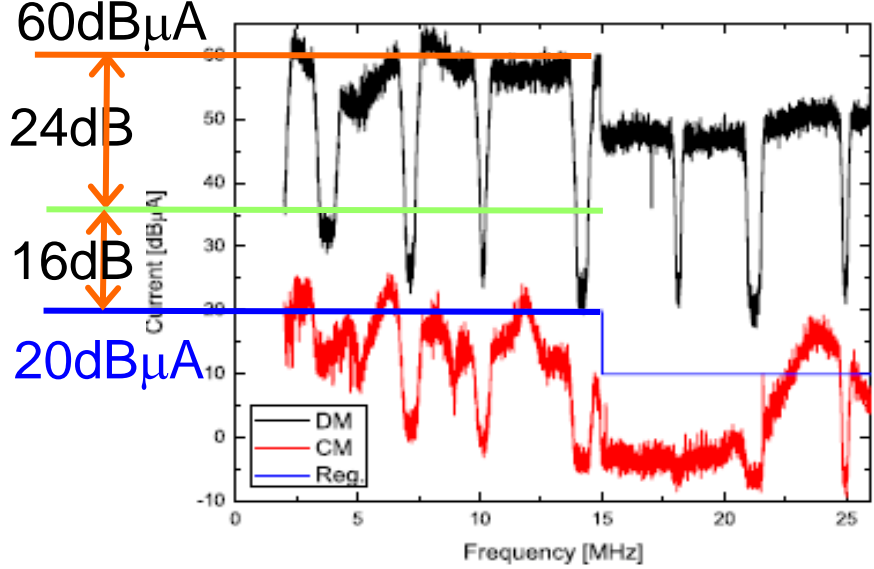
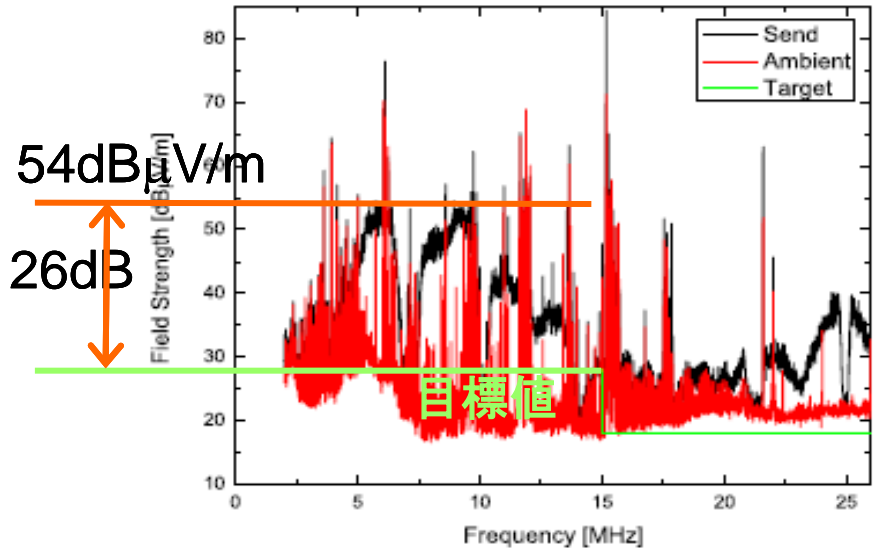
現行の屋内PLC許容値

- 目的: 短波帯無線業務への妨害を防ぐ
- 目標: 離隔距離10mにおける漏洩電磁界を周囲雑音レベル以下に抑える
- 許容値: CM電流
(QP) 30dB μ A (15MHz以下), 20dB μ A (15MHz以上)
(RMS) 20dB μ A (15MHz以下), 10dB μ A (15MHz以上)
- 測定法: LCL=16dB, DMZ=100 Ω , CMZ=25 Ω のISNを用いてCM電流を測定
- 前提: 周囲雑音レベル 28dB μ V/m (15MHz以下), 18dB μ V/m (15MHz以上) を想定
- 前提: ノッチ不要

現行の屋内PLCの実環境評価

- 木造住宅で $54\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ の漏洩電界強度
 - 想定周囲雑音レベル $28\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ を 26dB も超過
 - 保護すべき放送 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ よりも 14dB も高い
 - 実際の周囲雑音レベル ($18\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以下) を 36dB も超過
- 実環境でどうしてこういうことが起こるのか？
 - PLCを接続したコンセントでのCM電流は許容値をほぼ満足
 - 屋内配線上にはそれより 20dB 以上大きなCM電流が流れている
 - $\text{DM電流値} = 60\text{dB}\mu\text{A} \gg \text{CM電流許容値} + \text{LCL} = 20 + 16 = 36\text{dB}\mu\text{A}$
 - このDM電流の超過分 (24dB) が、想定外の過大な漏洩電界強度の主因
 - 想定した周囲雑音レベルも 10dB 程度以上高すぎる
 - 合計 34dB 以上モデム出力が大き過ぎる

目標値を大幅に上回る漏えい電界強度



- 漏えい電波の電界強度が目標値を20dB以上越える
 - なぜこんなに漏れるのか?
- DM電流
 - CM電流許容値より40dB大
 - CM電流許容+LCL(=16dB) (DM電流想定値)を24dB超過
- この家が特別漏れ易いか?
 - $LCL \geq 24dB > 16dB$
 - 技術基準の想定内

図1 UPAモデムの漏えい電界強度(上)
DM電流, CM電流(下), 木造2階建て

屋内電力配線上のコモンモード電流

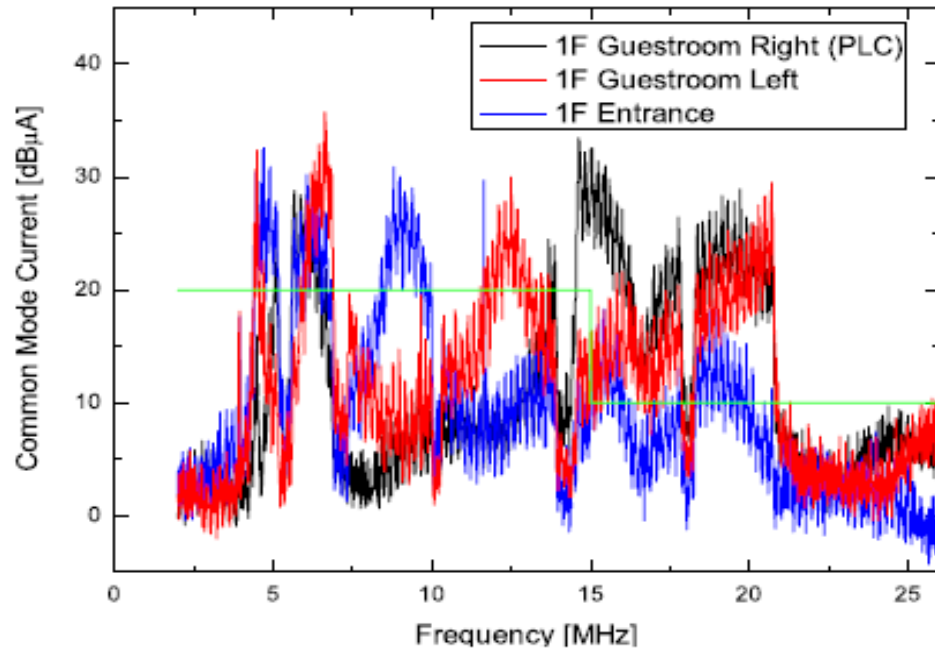


Figure 7. The CMI distributions measured at unused outlets

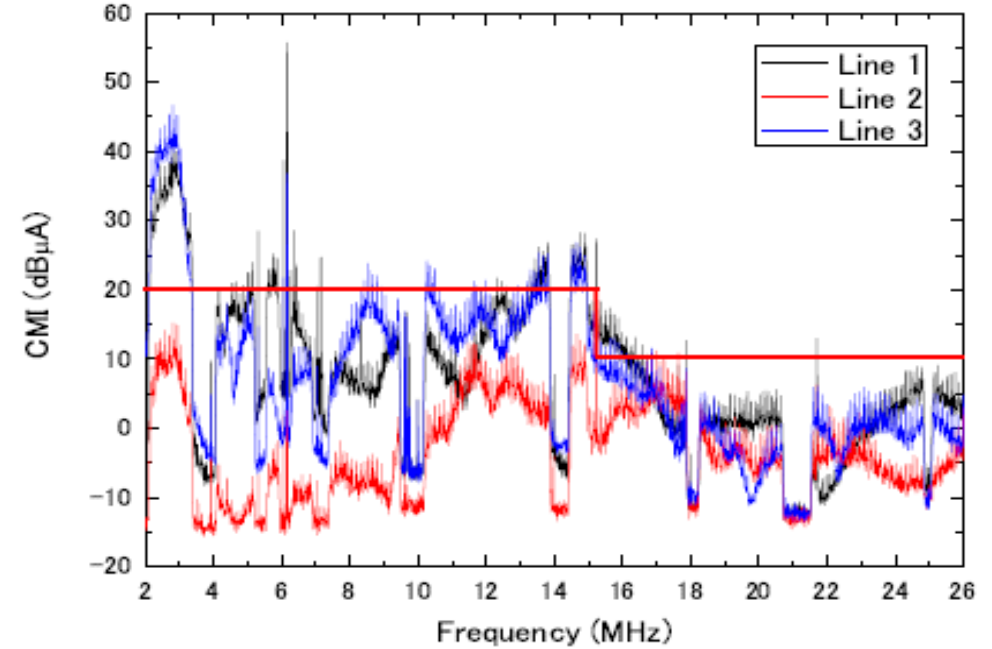


図 11 CMI の直接測定結果. 3つの測定箇所のデータを重ねたもの. 赤くて太い水平線は PLC 技術基準の CMI 許容値 (平均値) を示す.

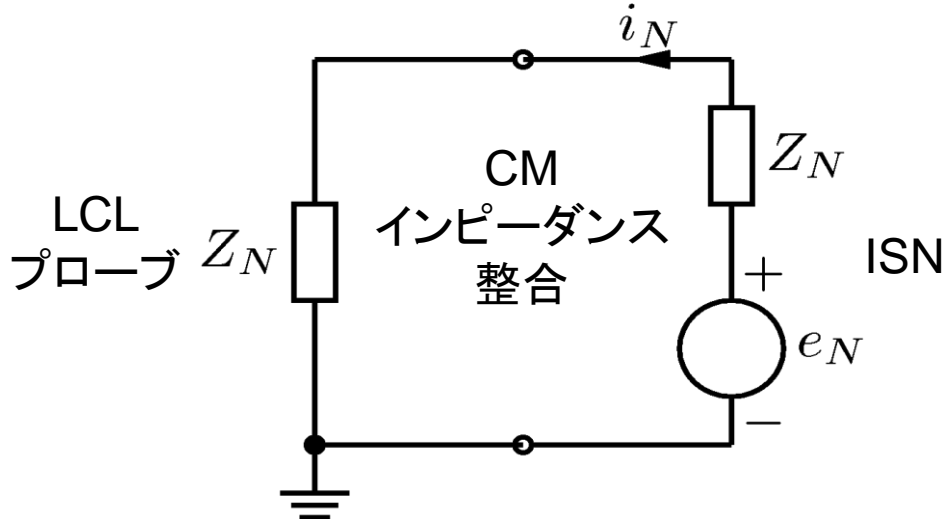
(Kitagawa, Ohishi, EMC Europe 08)

(大石, 北川, 三澤, 土屋, EMCJ2009-40)

PLCモデムを接続しているコンセントで測ったCM電流よりも
20dB以上大きなCM電流が屋内配線上に流れている

コンセントに誘導されるCM電流だけを考えても意味が無い

過大なモデム出力が規制できない測定法



CM等価回路

ISNのLCLを測定している状態

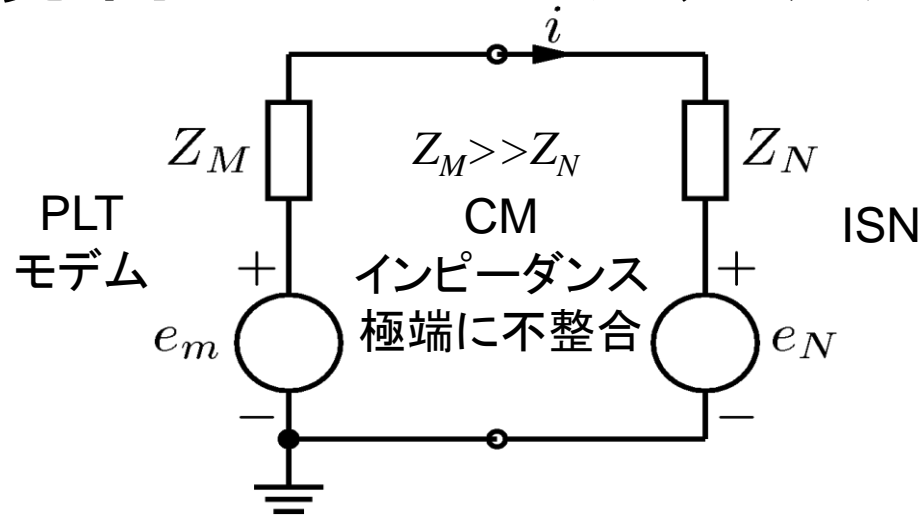
Z_N : ISNのCMインピーダンス=25 Ω
=LCLプローブのCMインピーダンス

$$e_N = 2Z_N i_N = i_{dm} \frac{2Z_N}{k}$$

モード変換によって生じるCM電流が

$$i_N = \frac{i_{dm}}{k} \quad k: \text{ISNのLCL (真値)}$$

となるようにISNは i_{dm} から e_N を発生する



CM等価回路

PLCモデムをISNに接続してCM電流を測っている状態

Z_M : PLCモデムのCMインピーダンス

理想的なPLCモデム($e_m=0$)について

$$\frac{|i|}{|i_N|} = \frac{2}{\left|1 + \frac{Z_M}{Z_N}\right|} \approx \frac{2Z_N}{|Z_M|} \ll 1$$

i を測っても i_N は下記のとおり過小評価される

17dB ($Z_M=350\Omega$ の場合)

18dB ($Z_M=400\Omega$ の場合)

20dB ($Z_M=500\Omega$ の場合)

屋内PLCの出力(PSD)

- 現行の屋内PLCモデム出力~ -55dBm/Hz
- これで、技術基準が目標とした周困雑音レベルを大幅に超過
- その原因は、ISNによる測定法の穴
→ PSDで直接規制すればこの穴は防げる
- 木造住宅で離隔距離10mの漏洩電界強度
E(Bw=10kHz)とPSDの関係は概ね
 $E[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = \text{PSD}[\text{dBm}/\text{Hz}] + 109$
(PSD=-55[dBm/Hz]でE=54[dBμV/m]の実測値より)
- Eを決めれば、PSDが決まる。

屋内PLCの漏洩電界許容値

- 技術基準は周囲雑音レベルを3dBまで上げることが許容←→勧告ITU-R SM.1879は0.5dBまで
- それ以前に、技術基準が想定した周囲雑音レベルはそもそも高過ぎる→短波放送受信困難
- 周囲雑音レベルは勧告ITU-R P.372のRuralを参照
10dB μ V/m@2MHz, 0dB μ V/m@30MHz (Bw=10kHz)
- 周囲雑音レベルを0.5dBしか上昇させないとは:
周囲雑音(X)とPLC漏洩(Y)は独立なので電力の加算
 $10\text{Log}[(X+Y)/X]=0.5\text{dB}$
 $Y/X=0.122$, $10\text{Log}(Y/X)=-9.13\text{dB}$
- $E=1\text{dB}\mu\text{V/m}@2\text{MHz}$, $-9\text{dB}\mu\text{V/m}@30\text{MHz}$

屋内/屋外PLCのPSD許容値

- 屋内PLCのPSD許容値
-108[dBm/Hz]@2MHz, -118[dBm/Hz]@30MHz
- 家屋による遮蔽
 - 木造 17dB (2-10MHz), 10dB(10-30MHz)
 - 鉄筋 27dB (2-30MHz)
- 屋外PLCのPSD許容値 = 屋内PLCのPSD許容値
-家屋による遮蔽
-125[dBm/Hz]@2MHz, -135[dBm/Hz]@30MHz
- 以上、住宅環境で離隔距離10mの場合の許容値
(放送受信、アマチュア業務に適用)
- 他業務については個別検討が必要