

住宅環境における 屋内広帯域電力線搬送通信からの 漏洩電界に関する測定実験 (静岡県裾野市) 概要報告

平成19年10月23日

測定実験者:

土屋 正道 (JA2GXU)

櫻井 豊 (JQ2GYU)

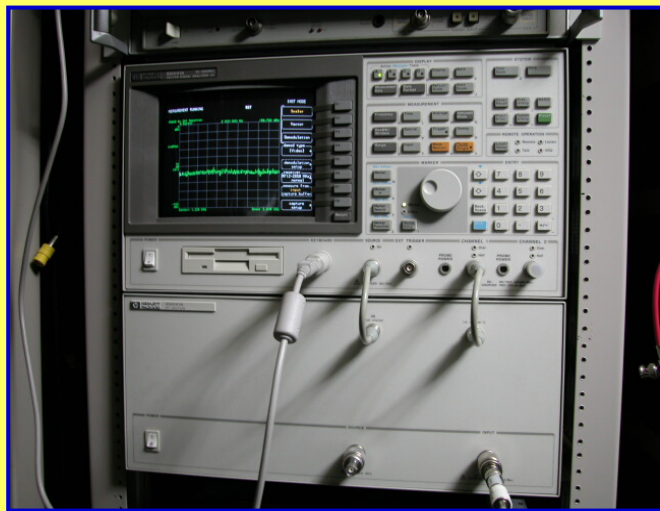
松嶋 智 (JA1EUI)



1. PLCからの漏洩電界測定実験の目的

- 本測定実験の主な目的は、高速電力線搬送通信設備（以下、「PLC」と略す）からの漏洩電界強度が周囲雑音電界強度以下であるか否かを検証する為に、住宅地域に建設した木造2階建家屋を対象に行う事である。

2. PLC漏洩電界測定及び 周囲雑音測定の方法



HP 89441A



測定点Bに設置した DX-1Proアンテナ

- PLCからの漏洩電界を、旧ヒューレット・パッカード社製(現アジレント・テクノロジー社製)測定器ベクトル・シグナル・アナライザであるモデル89441A及びRFシステムズ社製能動アンテナであるモデルDX-1Proを併用して測定した。但し測定値は、尖頭値。

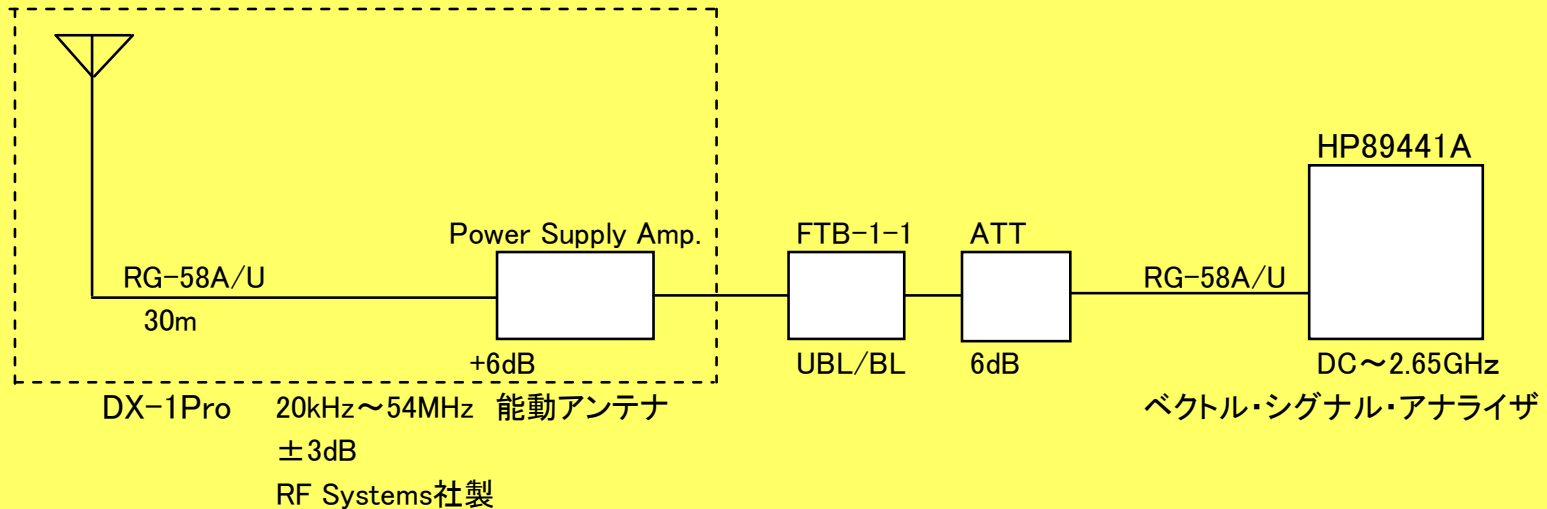
測定値の種類(尖頭値、準尖頭値、平均値)相互の変換

尖頭値 = 準尖頭値 + 4 dB

尖頭値 = 平均値 + 14 dB 準尖頭値 = 尖頭値 - 4 dB

2-1. 測定ブロックダイアグラム

PLC漏洩雑音電界強度測定ブロック図



代表的周波数によるSGプラスANTを使用した連続波による、校正済安立製M-262Eとの電界強度比較では、2~30MHzに於いて±1dB以内 総合で±2dB以内



HP 89441A及び測定用アンテナ電源類等

2-2. 測定相関

HP 89441A及びアンリツM-262Eとの測定値相関検証



M-262EとDX-1Proアンテナ

Anritsu

校正結果

1. 標準電界発生機

規格: JIS B 4001 (dBμV/m)

BAND	測定値 (dBμV/m)	校正値 (dB)	校正精度 (dB)
B	3.9	41.1	±0.4
C	4.3	41.6	
D	7.0	44.4	
E	14.0	48.4	
F	20.0	48.2	

校正点: 9000

RANGE: LOW

2. 標準電界発生機

規格: JIS B 4001 (dBμV/m)

BAND	測定値 (dBμV/m)	校正値 (dB)	校正精度 (dB)
B	3.9	40.4	±0.4
C	4.3	40.8	
D	7.0	43.6	
E	14.0	47.6	
F	20.0	47.4	

校正点: 9000

RANGE: LOW

安立 M-262E¥M-262E校正証明書

M-262EとHP89441A測定相関 2007年10月15日

HP89441A 標準出力+標準電界発生ループアンテナとM-262Eとの測定相関

測定相関周波数 (MHz)	HP89441A 測定値 dBm	HP89441A 測定値換算 dBuV	M-262E 測定値 dBuV	M-262E 補正值 dB	測定値差 dB	測定相関 dB
2.5	-69.661	37.3	39.0			
4.5	-66.663	40.3	42.0	-2.1	-1.7	-0.4
7	-76.505	30.5	32.0	-2.0	-1.7	-0.3
14	-66.928	40.1	43.5	-2.4	-1.5	-0.9
20	-72.879	34.1	37.0	-3.4	-3.4	0.0
30	-75.002	32.0	34.5	-3.2	-2.9	-0.3
				-2.2	-2.5	0.3

*2.5MHzでの測定相関は、校正点1.9MHzとの代用、他は校正点を適用

- 測定相関検証時は、連続波による測定値比較を実施した。
- 測定相関は、±2dB以内である。

2-3. 周囲雑音測定

- 答申内の周囲雑音電界強度(以降、「許容値」と呼ぶ)
28dBuV/m(2~15MHz)、18dBuV/m(15~30MHz)
の妥当性を検証する為、測定点Cに於ける周囲雑音電界強度を測定した。
- 測定条件:帯域幅8.999kHz、Peak Hold、10回平均化
- 測定条件による測定下限: -115dBm = -8dBuV
- 準尖頭値換算: -12dBuV
- 測定条件下のノイズフロア: -118~-120dBm = -11~-13dBuV

測定点	測定項目	2~8.5MHz 低域 (4.63MHz)	2~8.5MHz 高域 (6.6MHz)	8.5~ 15MHz (10.6MHz)	15~ 21.5MHz (16.98MHz)	21.5~ 28MHz 低域 (22.5MHz)	21.5~ 28MHz 高域 (27.0MHz)	28~ 34.5MHz (30MHz)
周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-4.6	-8.1	-8.5	-8.4
	許容値 dBuV/m	28	28	28	18	18	18	18
	許容値との差異 dB	-9.9	-21.8	-24.8	-22.6	-26.1	-26.5	-26.4

2-4. LCL測定

- LCLの測定は、LCLプローブを用いて、総務省研究会と略同様な方法で行った。
- HP社製89441Aを使用し、連続標準信号出力を利用する事により、LCLプローブからの出力を測定し、換算計算した。
- **LCLの平均値は、48dBであり、PLC技術基準の16dBとは、乖離している。**

LCL測定

2007年10月13日

測定器: HP製89441A

印加信号レベル: -10dBm = 70.8mV

LCLプローブ

測定周波数 MHz	測定レベル dBm	測定換算 値 uV	LCL dB
2	-63.49	150	47.5
5	-54.447	424	38.4
10	-61.071	198	45.0
12	-65.838	114	49.8
15	-60.561	210	44.5
20	-65.785	115	49.8
22	-68.272	86	52.3
25	-67.044	99	51.0
30	-68.59	83	52.6

平均47.9dB

$LCL = 20 \log E_{sg}(\text{印加信号レベル}) / 2V_p(\text{測定レベル})$

LCL

3. PLC漏洩電界強度測定的前提・条件

- 静岡県裾野市に於ける測定実験

3-1. 測定年月日:

2007年9月8日及び10月13日

3-2. 測定場所:

静岡県裾野市須山

3-3. 測定実施者:

土屋正道、櫻井 豊、松嶋 智

3-4. 天候:

晴天及び曇天

3-5. 漏洩電界測定対象PLC:

1) パナソニックコミュニケーション株式会社製

BL-PA100、第HT-06001号

2) ロジテック株式会社製

LPL-TX、第AT-07006号

3) 光ネットワーク株式会社製

CNC-1000、第CT-07008号

3-6. 測定周波数:

- 1) 3. 1MHz近傍(但し、ロジテック社製のみ)
- 2) 4. 63MHz近傍(非常通信周波数)
- 3) 6. 6MHz近傍
- 4) 8. 3MHz近傍
- 5) 10MHz近傍
- 6) 15MHz近傍
- 7) 17MHz近傍
- 8) 22MHz近傍
- 9) 24MHz近傍(但し、光ネットワークス社製は、除外)
- 10) 27MHz近傍(但し、光ネットワークス社製は、除外)

3-7. 測定対象地域:

住宅地域(別図、写真参照)

3-8. 測定対象家屋

木造2階建家屋(別図、写真参照)

3-9. 測定点:

3点(別図参照)

3-10. 測定内容:

漏洩電界強度の尖頭値。但し測定結果は、準尖頭値へ換算

3-11. 測定機器:

旧ヒューレット・パッカード社、現アジレント・テクノロジー社製ベクトル・シグナル・アナライザ モデル89441A
及びRFシステムズ社製能動アンテナDX-1Pro

アンリツ製電界強度計と測定相関較正実施

3-12. 測定器設定条件及び測定誤差(不確かさ):

- 1) 測定帯域幅: 9.6922kHz(但し、9kHzへは未換算)
- 2) Peak Hold、1回測定又は10回平均化測定
- 3) 測定誤差: $\pm 2\text{dB}$

3-13. 測定方法:

1階にあるADSLのルータを経由しPLCの子機とThinkpad X31パソコンを接続、一方2階へPLCの親機とThinkpad X60パソコンを接続し、両パソコン間でファイルを転送する。その通信・非通信間を含め、各PLC機器、各周波数、各測定点に於いて、漏洩電界強度の尖頭値を測定する。

3-14. 漏洩電界強度測定周波数:

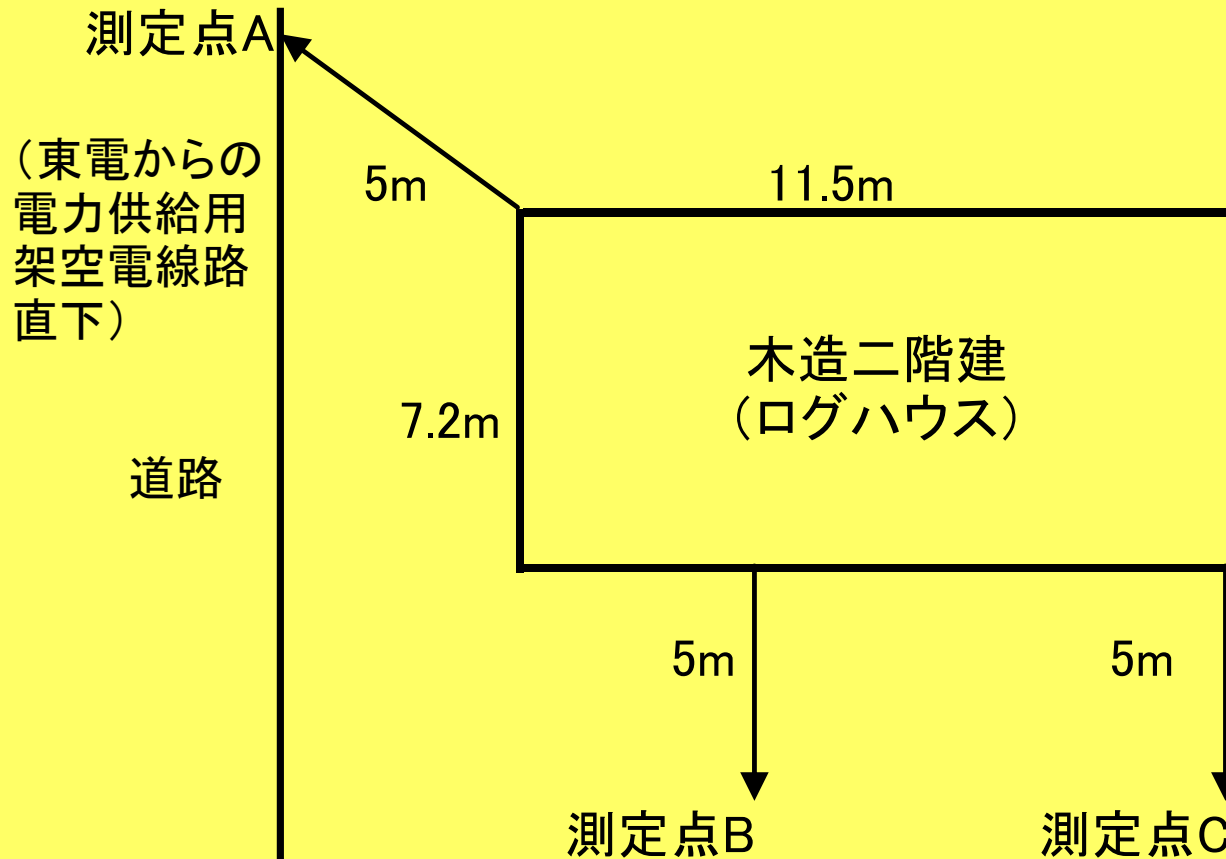
漏洩電界強度測定に際しては、当該測定周波数の測定帯域内に、無線局、放送局等の信号が存在しない事を確認した上でPLCからの漏洩電界強度測定を実施する。

3-15. その他:

漏洩電界強度測定の測定実験する測定点毎に、デジカメで撮影。

測定点の概略図

PLC漏洩雑音電界強度測定点及び建物平面図



PLC漏洩電界強度測定実験の対象家屋



木造二階建
(ログハウス)



測定点A



測定点B



測定点C



4. PLCからの漏洩電界強度 測定実験の結果

4-1. パナソニック製BL-PA100漏洩電界強度の測定実験結果

4-1-1. 周囲雑音電界強度との比較

1) 5~10m換算: $20\log 5 / 10 = -6\text{dB}$

5~30m換算: $20\log 5 / 30 = -15.6\text{dB}$

2) 周囲雑音電界強度 2-3. 参照

パナソニックコミュニケーション社製 BL-PA100 漏洩電界強度

測定点	測定項目	2~9MHz	2~9MHz	9~	16~	23~
		低域	高域	16MHz	23MHz	30MHz
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	32.4	34.2	31.0	16.7	16.8
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	22.8	24.6	15.4	7.1	7.2
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	43.4	32.8	24.2	13.9	13.0
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	33.8	23.2	14.6	4.3	3.4
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	42.4	29.7	29.7	14.7	13.8
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	32.8	20.1	20.1	5.1	4.2

周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-8.1	-8.5
------	---------------	------	-----	-----	------	------

4-1-2. 許容値との比較

- ・許容値： 2～15MHz 28dBuV/m
15～30MHz 18dBuV/m

パナソニックコミュニケーション社製 BL-PA100 漏洩電界強度

測定点	測定項目	2～9MHz 低域	2～9MHz 高域	9～ 16MHz	16～ 23MHz	23～ 30MHz
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	32.4	34.2	31.0	16.7	16.8
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	22.8	24.6	15.4	7.1	7.2
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	43.4	32.8	24.2	13.9	13.0
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	33.8	23.2	14.6	4.3	3.4
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	42.4	29.7	29.7	14.7	13.8
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	32.8	20.1	20.1	5.1	4.2

許容値 dBuV/m	28	28	28	18	18
------------	----	----	----	----	----

周囲雑音 準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-8.1	-8.5
--------------------	------	-----	-----	------	------

4-2. ロジテック製LPL-TX漏洩電界強度の測定実験結果

4-2-1. 周囲雑音電界強度との比較

- 1) 5~10m換算: $20\log 5 / 10 = -6\text{dB}$
5~30m換算: $20\log 5 / 30 = -15.6\text{dB}$
- 2) 周囲雑音電界強度 2-3. 参照

ロジテック社製 LPL-TX 漏洩電界強度

測定点	測定項目	測定値 2~9MHz 低域1	測定値 2~9MHz 低域2	測定値 2~9MHz 高域	測定値 9~ 16MHz	測定値 16~ 23MHz	測定値 23~ 30MHz
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	46.5	47.8	46.9	28.4	31.4	25.9
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	36.9	38.2	37.3	18.8	21.8	16.3
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	47.0	29.7	43.4	32.0	28.0	26.1
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	37.4	20.1	33.8	22.4	18.4	16.5
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	44.3	27.5	41.6	28.8	28.2	23.9
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	34.7	17.9	32.0	19.2	18.6	14.3

周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-8.1	-8.5
------	---------------	------	-----	-----	------	------

4-2-2. 許容値との比較

- ・許容値： 2～15MHz 28dBuV/m
15～30MHz 18dBuV/m

ロジテック社製 LPL-TX 漏洩電界強度

測定点	測定項目	測定値 2～9MHz 低域1	測定値 2～9MHz 低域2	測定値 2～9MHz 高域	測定値 9～ 16MHz	測定値 16～ 23MHz	測定値 23～ 30MHz
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	46.5	47.8	46.9	28.4	31.4	25.9
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	36.9	38.2	37.3	18.8	21.8	16.3
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	47.0	29.7	43.4	32.0	28.0	26.1
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	37.4	20.1	33.8	22.4	18.4	16.5
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	44.3	27.5	41.6	28.8	28.2	23.9
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	34.7	17.9	32.0	19.2	18.6	14.3
許容値 dBuV/m		28	28	28	28	18	18
周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1		6.2	3.2	-8.1	-8.5

4-3. 光ネットワーク製CNC-1000漏洩電界強度の測定実験結果

4-3-1. 周囲雑音電界強度との比較

1) 5~10m換算: $20\log 5 / 10 = -6\text{dB}$

5~30m換算: $20\log 5 / 30 = -15.6\text{dB}$

2) 周囲雑音電界強度 2-3. 参照

光ネットワークス社製 CNC-1000 漏洩電界強度

測定点	測定項目	測定値 2~9MHz 低域	測定値 2~9MHz 高域	測定値 9~ 16MHz	測定値 16~23MHz	
					1	2
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	35.4	39.4	30.2	21.2	26.6
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	25.8	29.8	20.6	11.6	17.0
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	37.9	37.8	32.1	21.1	27.1
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	28.3	28.2	19.5	11.5	17.5
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	39.3	37.7	33.0	17.9	31.3
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	29.7	28.1	23.4	8.3	21.7

周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-8.1	
------	---------------	------	-----	-----	------	--

4-3-2. 許容値との比較

- ・許容値： 2～15MHz 28dBuV/m
15～30MHz 18dBuV/m

光ネットワークス社製 CNC-1000 漏洩電界強度

測定点	測定項目	測定値 2～9MHz 低域	測定値 2～9MHz 高域	測定値 9～ 16MHz	測定値 16～23MHz	
					1	2
A	10m準尖頭値換算 dBuV/m	35.4	39.4	30.2	21.2	26.6
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	25.8	29.8	20.6	11.6	17.0
B	10m準尖頭値換算 dBuV/m	37.9	37.8	32.1	21.1	27.1
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	28.3	28.2	19.5	11.5	17.5
C	10m準尖頭値換算 dBuV/m	39.3	37.7	33.0	17.9	31.3
	30m準尖頭値換算 dBuV/m	29.7	28.1	23.4	8.3	21.7
許容値 dBuV/m		28	28	28	18	18
周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-8.1	



5. PLCからの漏洩電界強度測定

測定実験結果の評価

5-1. PLC漏洩電界測定実験結果の評価

5-1-1. PLC漏洩電界 対 周囲雑音

1) 評価の視点: PLCからの漏洩電界強度が、周囲雑音電界強度以下である事

2) 評価の方法: 測定結果(準尖頭値、離隔距離10m及び30m)のうち、PLCからの漏洩電界強度が周囲雑音電界強度より高いケースの全測定数

(測定点X測定周波数に対する数と割合(%))

•測定実験の評価(超過数／全測定数)

•1) パナソニック製PLC	離隔距離10m	15／15(100%)
	離隔距離30m	15／15(100%)
•2) ロジテック製PLC	離隔距離10m	18／18(100%)
	離隔距離30m	17／18(94%)
•3) 光ネットワークス製PLC	離隔距離10m	15／15(100%)
	離隔距離30m	15／15(100%)

5-1-2. PLC漏洩電界 対 許容値

- 1) 評価の視点: PLCからの漏洩電界強度が、許容値以下である事
- 2) 評価の方法: 測定結果(準尖頭値、離隔距離10m及び30m)のうち、PLCからの漏洩電界強度が許容値より高いケースの全測定数
(測定点X測定周波数に対する数と割合(%))

測定実験の評価(超過数／全測定数)

1) パナソニック製PLC	離隔距離10m	8／15(53%)
	離隔距離30m	2／15(13%)
2) ロジテック製PLC	離隔距離10m	18／18(100%)
	離隔距離30m	11／18(61%)
3) 光ネットワークス製PLC	離隔距離10m	14／15(93%)
	離隔距離30m	6／15(40%)

5-2. パソコン類からの漏洩電界測定実験結果 の評価

5-2-1. パソコン及びADSL漏洩雑音 対 周囲雑音

5-1-1. 評価の視点: PLCからの漏洩電界強度が、パソコン及びADSL等
電子機器からの漏洩電界強度と同等であり周囲雑音
電界強度以下である事

5-1-2. 評価の方法: 周囲雑音の測定結果(準尖頭値、離隔距離5m)のうち、
パソコン及びADSLからの漏洩電界強度が周囲雑音
電界強度より高いケースの全測定数
(測定点×測定周波数に対する数と割合(%))

・測定実験の評価(超過数／全測定数)

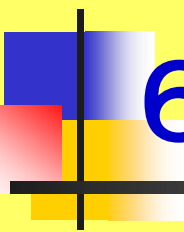
0／7(0%)

5-3. 周囲雑音電界強度測定実験 結果の評価

- 本実験の敷地での周囲雑音と、許容値との比較をした。
- 許容値 2~15MHz: 28dBuV/m
15~30MHz: 18dBuV/m
- 許容値との差異は、2~15MHzでは、-10~-25dB
であり、15~30MHzでは、-23~-27dBである。

測定点	測定項目	2~8.5MHz 低域 (4.63MHz)	2~8.5MHz 高域 (6.6MHz)	8.5~ 15MHz (10.6MHz)	15~ 21.5MHz (16.98MHz)	21.5~ 28MHz 低域 (22.5MHz)	21.5~ 28MHz 高域 (27.0MHz)	28~ 34.5MHz (30MHz)
周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	18.1	6.2	3.2	-4.6	-8.1	-8.5	-8.4
	許容値 dBuV/m	28	28	28	18	18	18	18
	許容値との差異 dB	-9.9	-21.8	-24.8	-22.6	-26.1	-26.5	-26.4

周囲雑音電界強度



6. PLCからの漏洩電界強度測定

測定実験結果の考察

6-1. PLC漏洩電界及び周囲雑音の測定 実験結果の考察

6-1-1. PLC漏洩電界 対 周囲雑音

- PLCからの漏洩電界は、住宅地域の木造家屋でLCLが48dB(技術基準の約40倍)の平衡度が良い環境から離隔距離10mに於いて、周囲雑音と対比し、100%過大であり、最大41dB(約112倍)超過している。また離隔距離30mに於いて、周囲雑音と対比し、94%過大であり、最大28dB(約25倍)超過している。

6-1-2. PLC漏洩電界 対 許容値

- PLCからの漏洩電界は、住宅地域の木造家屋でLCLが48dB(技術基準の約40倍)の平衡度が良い環境から離隔距離10mに於いて、許容値と対比し、53~100%過大であり、最大19dB(約9倍)超過している。
- また離隔距離30mに於いて、許容値と対比し、13~61%過大であり、最大10dB(約3倍)超過している。

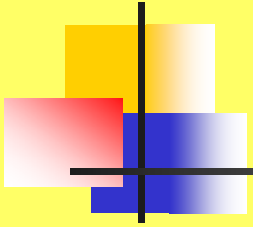
6-2. パソコン及びADSL漏洩電界 及び周囲雑音電界測定実験評価結 果の考察

- パソコン及びADSLからの漏洩雑音電界強度は、今回の測定実験による周囲雑音電界強度測定には、全く影響せず測定点Cでは周囲雑音電界強度以下である事が、判明した。
- 従って、PLCからの漏洩電界は、パソコン及びADSLからの漏洩電界及び周囲雑音から最大41dB(約112倍)超過する。

6-3. 周囲雑音測定実験評価結果 の考察

- 許容値2～15MHz 28dBuV/m及び15～30MHz 18dBuV/mに対して、2～15MHzでは-8dB未満(1/3以下)及び15～30MHzでは-20dB未満(1/10以下)となる低減値を採用すべきである。
- この数値の妥当性に付いて、静岡県御殿場市内の周囲雑音測定が参照になる。

測定点	測定項目	2～8.5MHz 低域 (4.63MHz)	2～8.5MHz 高域 (7.0MHz)	8.5～15MHz (14MHz)	15～ 21.5MHz (21MHz)	21.5～ 28MHz (25MHz)
周囲雑音	準尖頭値換算 dBuV/m	35.9	20.5	6.6	-4.5	-10.4
	許容値 dBuV/m	28.0	28.0	28.0	18.0	18.0
	許容値との差異 dB	7.9	-7.5	-21.4	-22.5	-28.4



7. まとめ

- 1) PLCからの漏洩電界は、LCLが高く平衡度が良い場合であっても、周囲雑音から最大で41dB(約112倍)超過している。
- 2) PLCからの漏洩電界は、許容値から最大19dB(約9倍)超過している。許容値を満足するPLCは、今回の測定実験結果からは、該当無しである。
- 3) 従って、LCLと漏洩電界の間には、因果関係が認められない。この結果により、コモンモード電流も同様因果関係が認められない事になるである。
- 4) 周囲雑音電界強度の許容値は、2箇所の測定結果より、低減見直しをする必要がある。
- 5) 以上4項目より、PLCからの漏洩電界強度を周囲雑音電界強度未満として具体的に規定すべきである。
- 6) 参考として、NATO軍のパネル・リサーチ・タスク・グループからの最終報告としての絶対防護要求は、PLCからの漏洩電界強度として、 $-15\text{dBuV}/\text{m}$ である。



END

PLC行政訴訟原告團