

**住宅環境における
屋内広帯域・高速電力線搬送通信からの
漏洩電界に関する測定実験
(シャープ製PLC及びNEC製PLC)
(静岡県裾野市及び牧之原市)
概要報告Ⅱ**

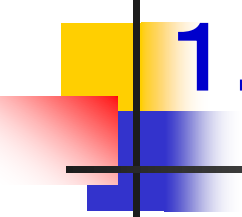
平成20年2月8日

測定実験者:

土屋 正道 (JA2GXU)

櫻井 豊 (JQ2GYU)

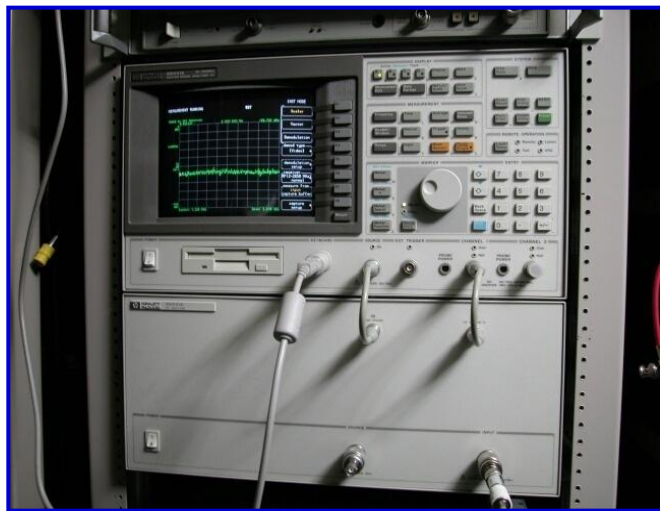
星山 陽太郎 (JA2JW)



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(測定帯域幅:DC~2.65GHz)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

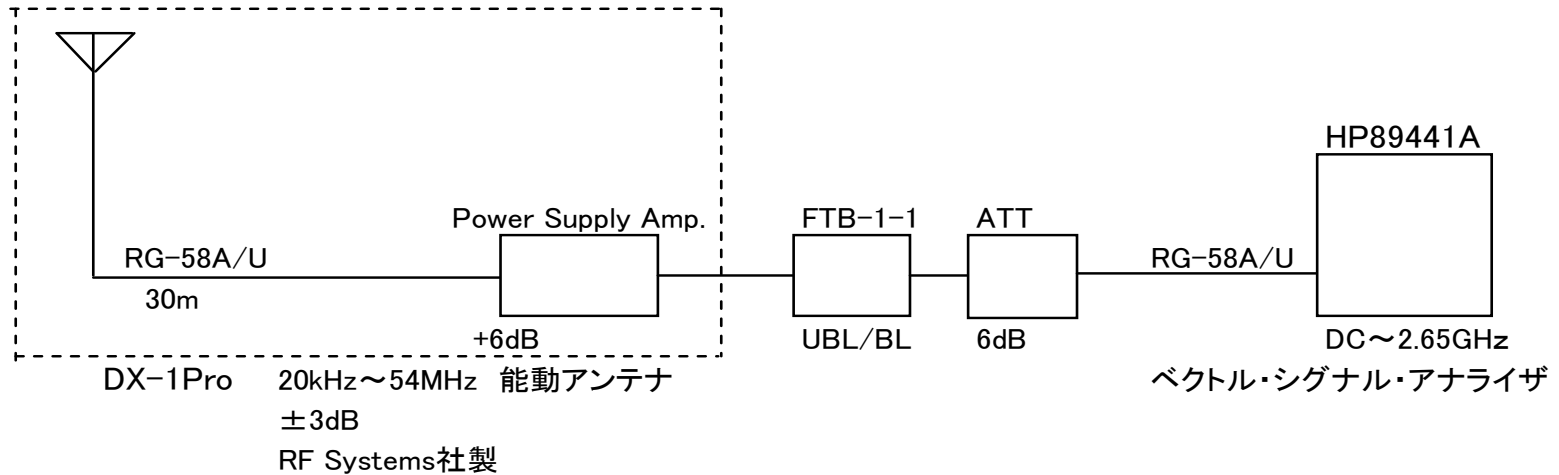
尖頭値 = 準尖頭値 + 4 dB

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



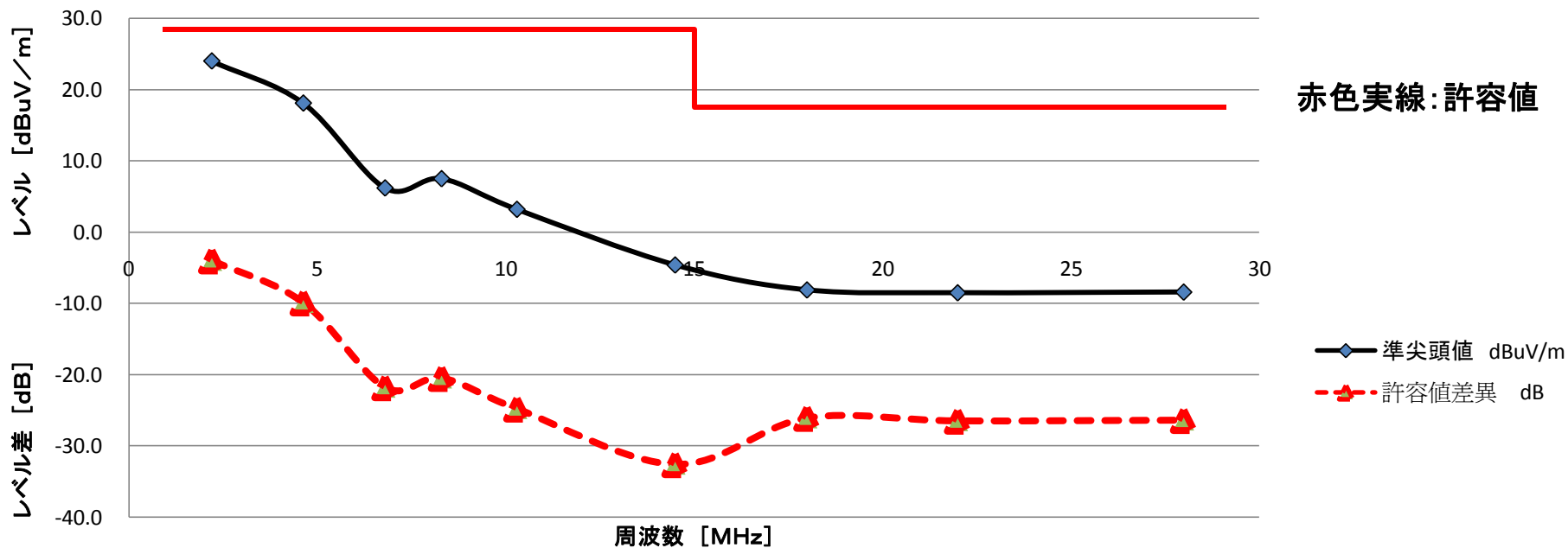
代表的周波数によるSGプラスANTを使用した連続波による、校正済安立製M-262Eとの電界強度比較では、2~30MHzに於いて $\pm 1\text{dB}$ 以内 総合で $\pm 2\text{dB}$ 以内



HP 89441A及び測定用アンテナ電源類等

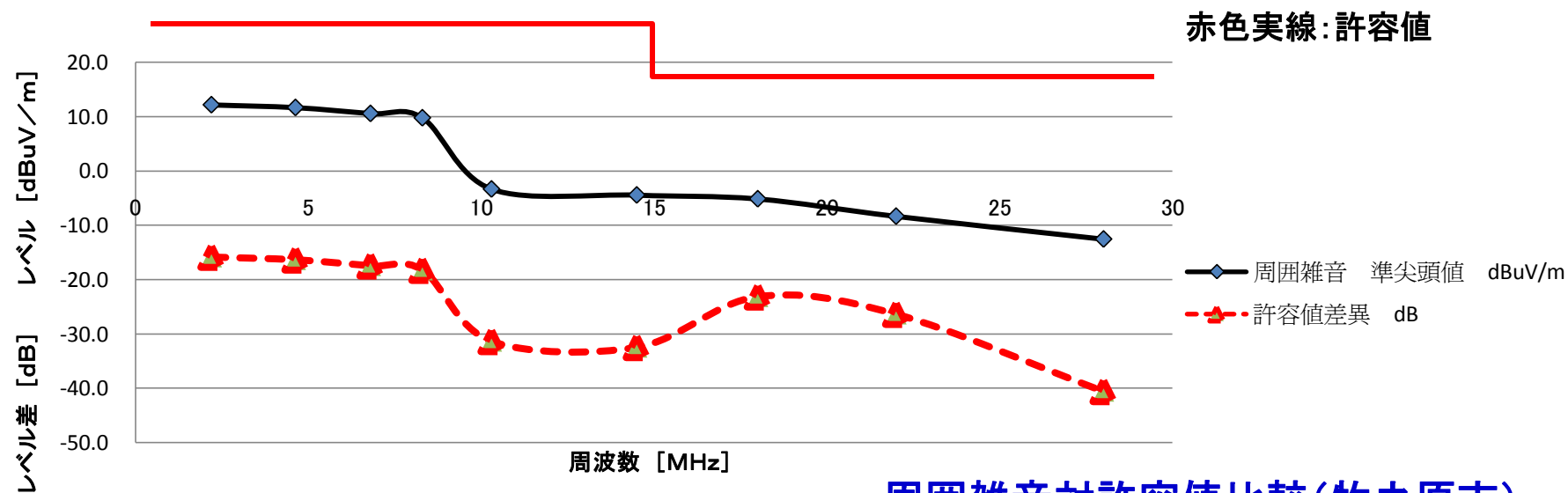
2-2. 周囲雑音測定(1)

- 平成18年6月の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、裾野市、牧之原市及び御殿場市に於ける周囲雑音電界強度を測定した。
- 測定条件:帯域幅9kHz、Peak Hold、10回平均化
- 測定系ノイズフロア: -118~-120dBm 準尖頭値: -15~-17dBuV
- 測定値収集点は、表示波形の最小値で、他の信号が無い箇所

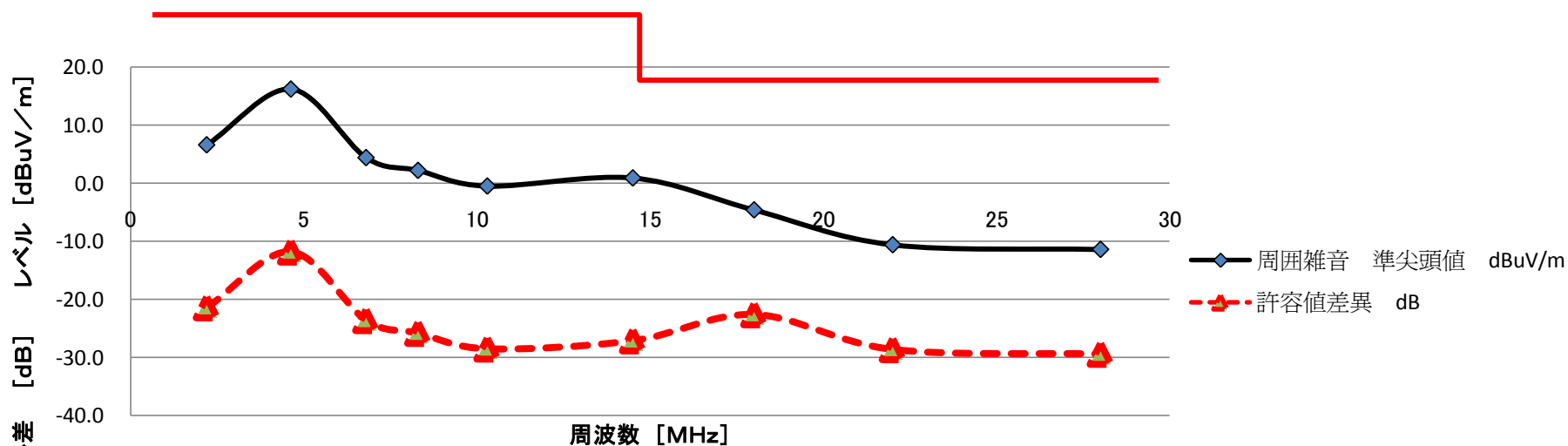


周囲雑音対許容値比較(裾野市)

2-2. 周囲雑音測定(2)



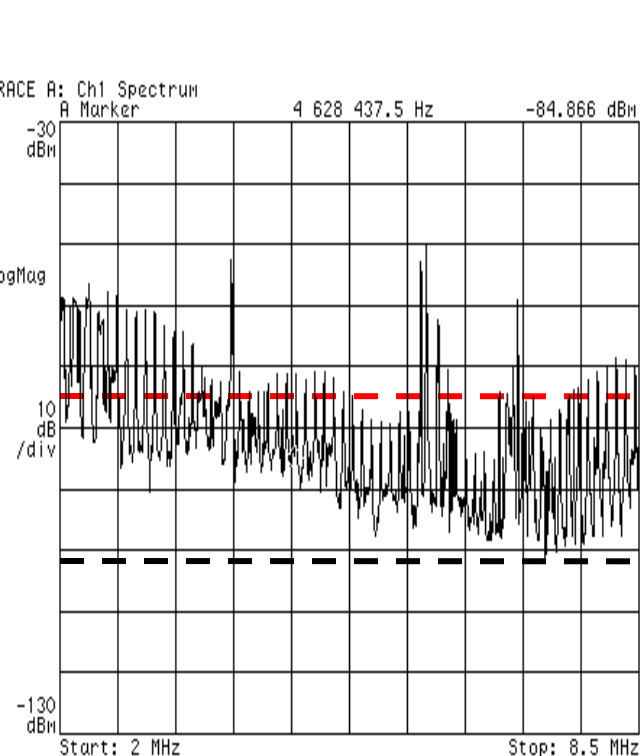
周囲雑音対許容値比較(牧之原市)



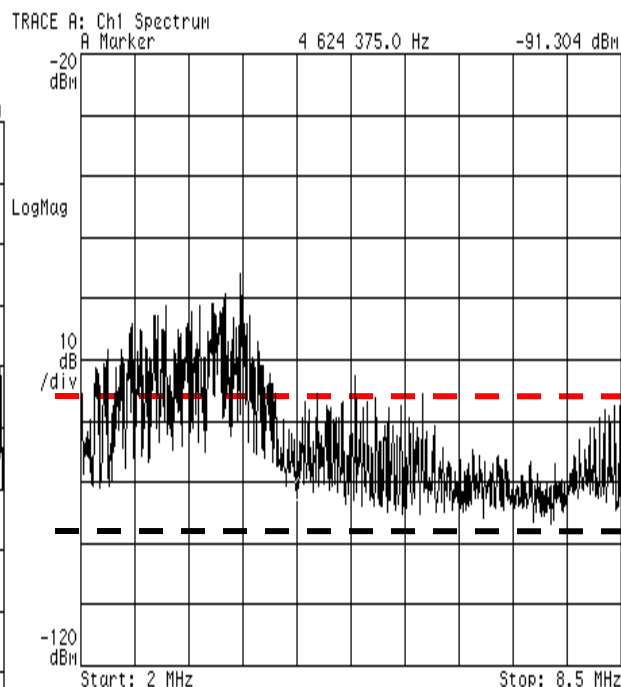
周囲雑音対許容値比較(御殿場市)

周囲雑音測定 測定波形例(2~8.5MHz) (低域に於ける許容値比較の最小差異測定相当)

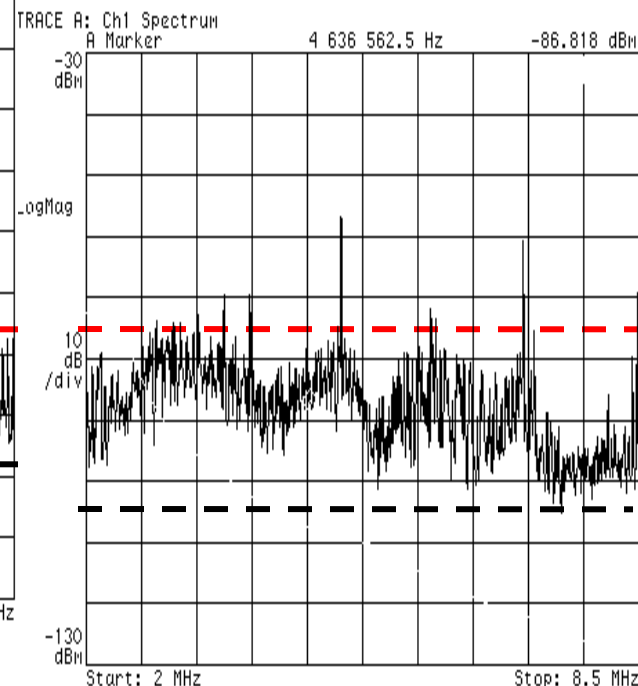
黒色プロット: 測定波形
赤色点線: 許容値
黒色点線: 測定最小値例



裾野市での測定例



牧之原市での測定例



御殿場市での測定例

2-3. LCL測定

- LCLの測定は、LCLプローブを用いて、総務省研究会と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、33dB及び48dBであり、PLC技術基準の16dBとは、17dB～30dB乖離している。**

LCL測定

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 mV	LCL dB
2	-63.490	0.150	47.5
5	-54.447	0.424	38.4
10	-61.071	0.198	45.0
12	-65.838	0.114	49.8
15	-60.561	0.210	44.5
20	-65.785	0.115	49.8
22	-68.272	0.086	52.3
25	-67.044	0.099	51.0
30	-68.590	0.083	52.6

平均47.9dB

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

裾野市家屋代表値

LCL測定

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 mV	LCL dB
2	-42.681	1.64	26.7
5	-49.958	0.71	34.0
10	-48.116	0.88	32.1
12	-45.236	1.23	29.2
15	-46.236	1.09	30.2
20	-49.302	0.77	33.3
22	-53.626	0.47	37.5
25	-53.560	0.47	37.5
30	-50.592	0.66	34.6

平均32.8dB

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

牧之原市家屋代表値

3. PLC漏洩電界強度測定的前提・条件

3-1. 静岡県裾野市に於ける測定実験

- 1) 測定年月日: 2008年1月14日
- 2) 測定場所: 静岡県裾野市
- 3) 測定実施者: 土屋 正道、櫻井 豊
- 4) 天候: 晴後雲

3-2. 静岡県牧之原市に於ける測定実験

- 1) 測定年月日: 2008年1月20日
- 2) 測定場所: 静岡県牧之原市
- 3) 測定実施者: 土屋 正道、星山 陽太郎
- 4) 天候: 晴後雲時々小雨

3-3. 漏洩電界強度測定対象PLC:

- 1) シャープ株式会社製 HomePlug AV1. 1方式
(Windowed OFDM変調方式)

HN-VA10 (BB-Z001)、第ET-07008号

- 2) NECアクセステクニカ株式会社製 HD-PLC方式
(Wavelet OFDM変調方式)

PA-CA2100P、第CT-07002号

3-4. 測定周波数:

- 1) 2. 2MHz近傍(但し、シャープ製のみ)
- 2) 4. 63MHz近傍(非常通信周波数)
- 3) 6. 8MHz近傍
- 4) 8. 3MHz近傍
- 5) 10. 3MHz近傍
- 6) 14. 5MHz近傍
- 7) 18MHz近傍
- 8) 22MHz近傍
- 9) 28MHz近傍(但し、シャープ製のみ)

3-5. 測定対象地域:

住宅地域(別図、写真参照)

3-6. 測定対象家屋

木造2階建家屋(別図、写真参照)

3-7. 測定点:

1) 裾野市3点(別図参照)

2) 牧之原市2点(別図参照)

3-8. 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

3-9. 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済み)

3－10. 測定器設定条件及び測定誤差(不確かさ):

- 1)測定帯域幅: 9kHz
- 2)Peak Hold、10回平均化測定
- 3)測定誤差: $\pm 2\text{dB}$ 未満

3－11. 測定方法:

- 1)裾野市に於いては、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。

2) 牧之原市に於いては、1階にあるADSLのルータを経由又は非経由でPLCの親機とノートパソコン(東芝SS2120)を接続、一方2階へPLCの子機とノートパソコン(東芝SS4000)を接続し、両パソコン間でファイルを転送等する。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。

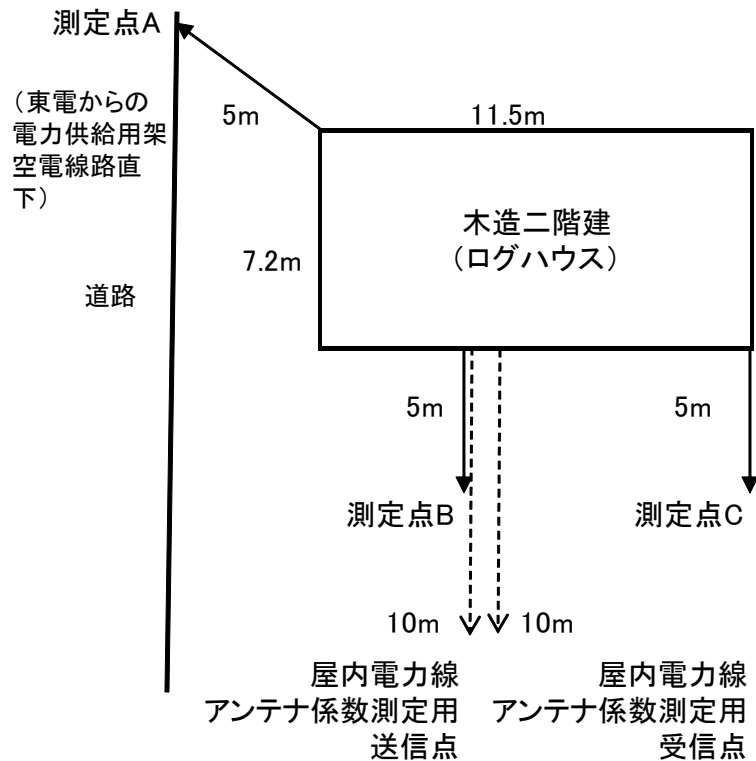
3-12. 漏洩電界強度測定周波数:

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。

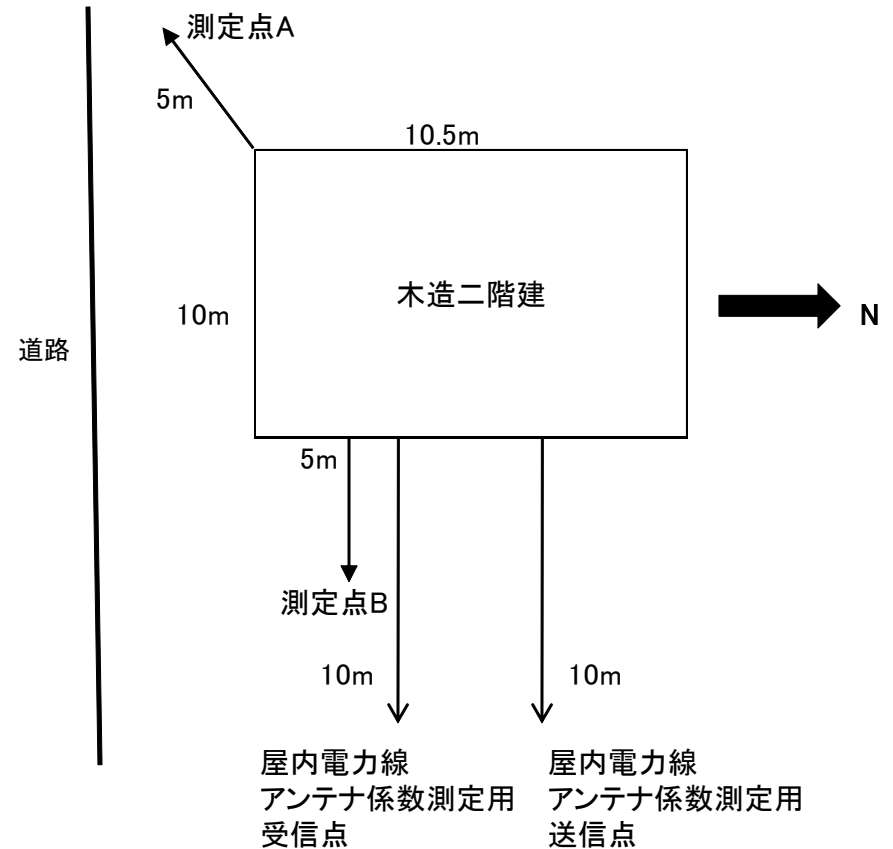
3-13. その他:

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



1) 裾野市での測定点



2) 牧之原市での測定点

PLC漏洩電界強度測定実験の対象家屋(1) 裾野市



木造二階建
(ログハウス)



測定点A



測定点B



測定点C

PLC漏洩電界強度測定実験の対象家屋(2)

牧之原市



木造2階建



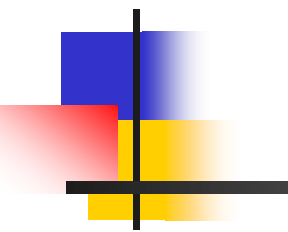
測定点A



測定点B



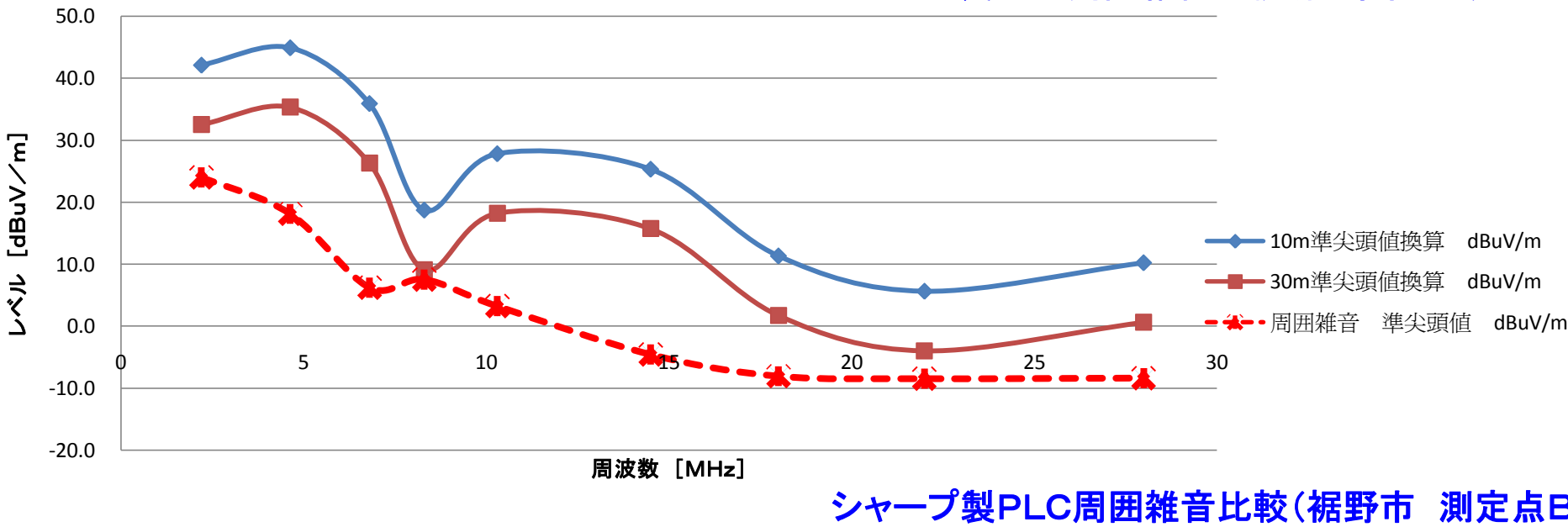
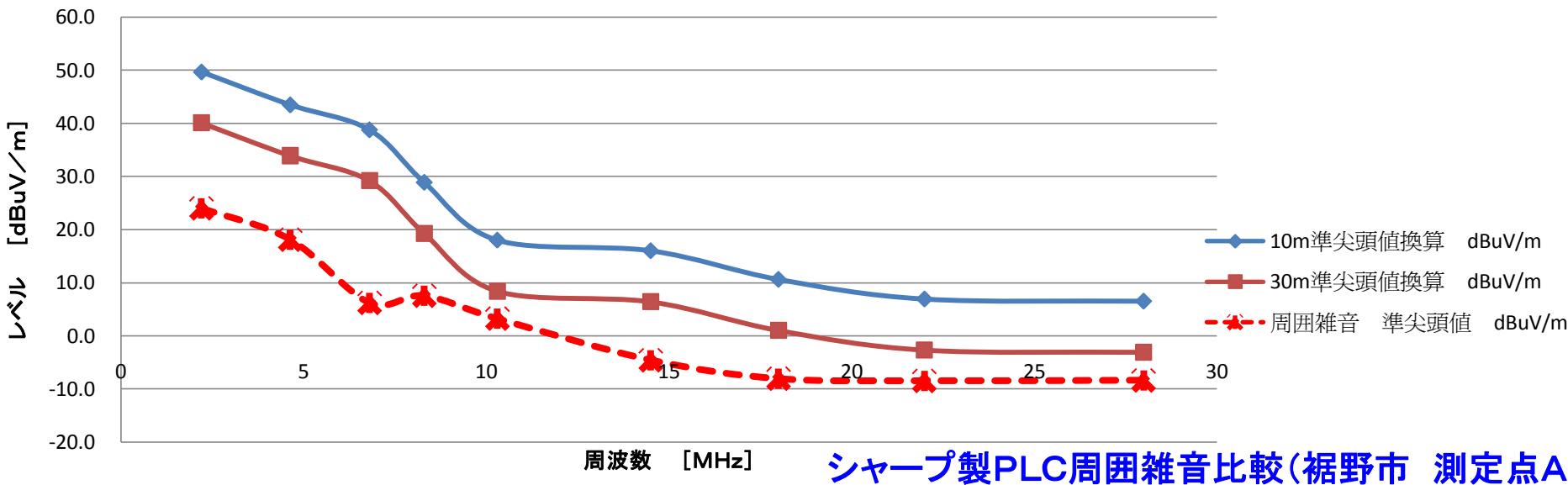
所在場所



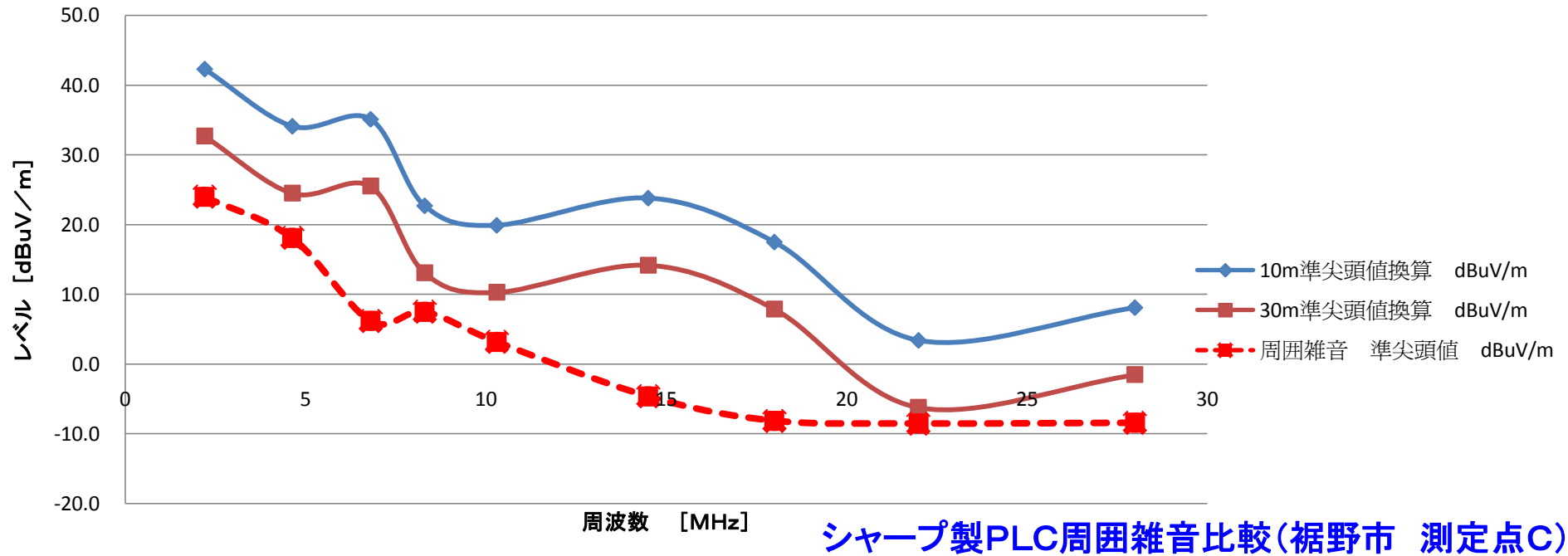
4. PLCからの漏洩電界強度 測定実験の結果

4-1. シャープ製HN-VA10漏洩電界強度の測定実験結果

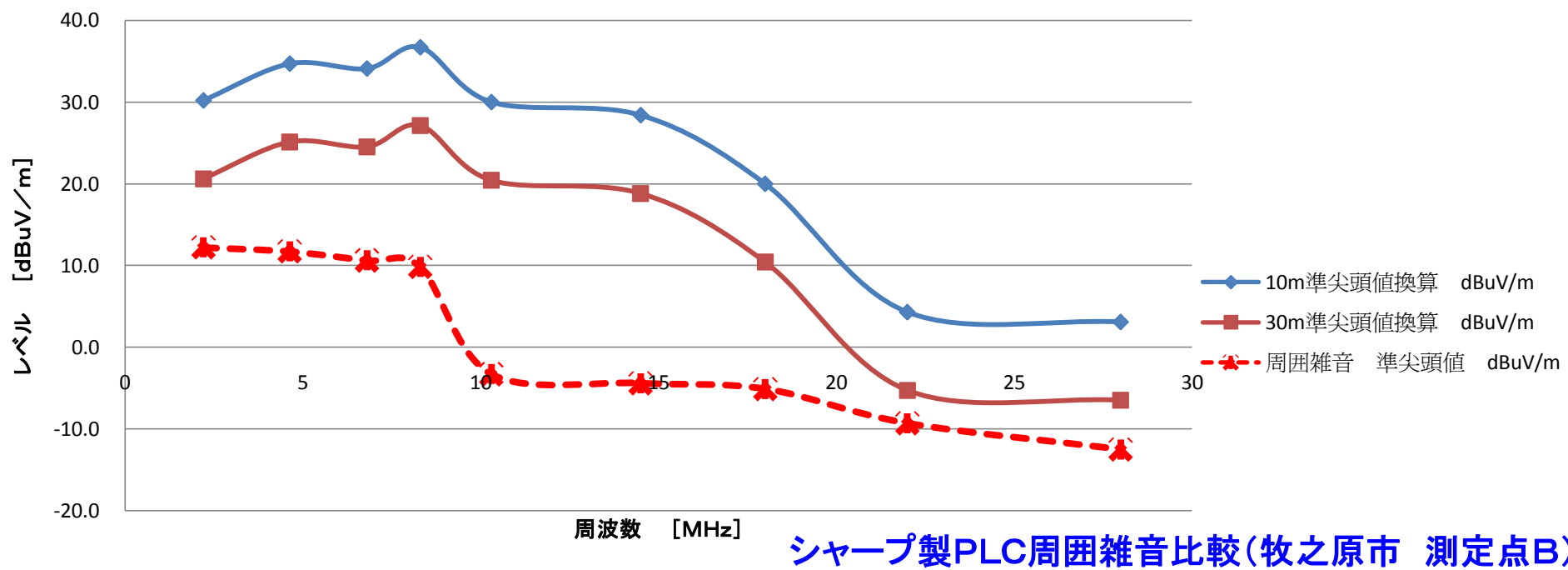
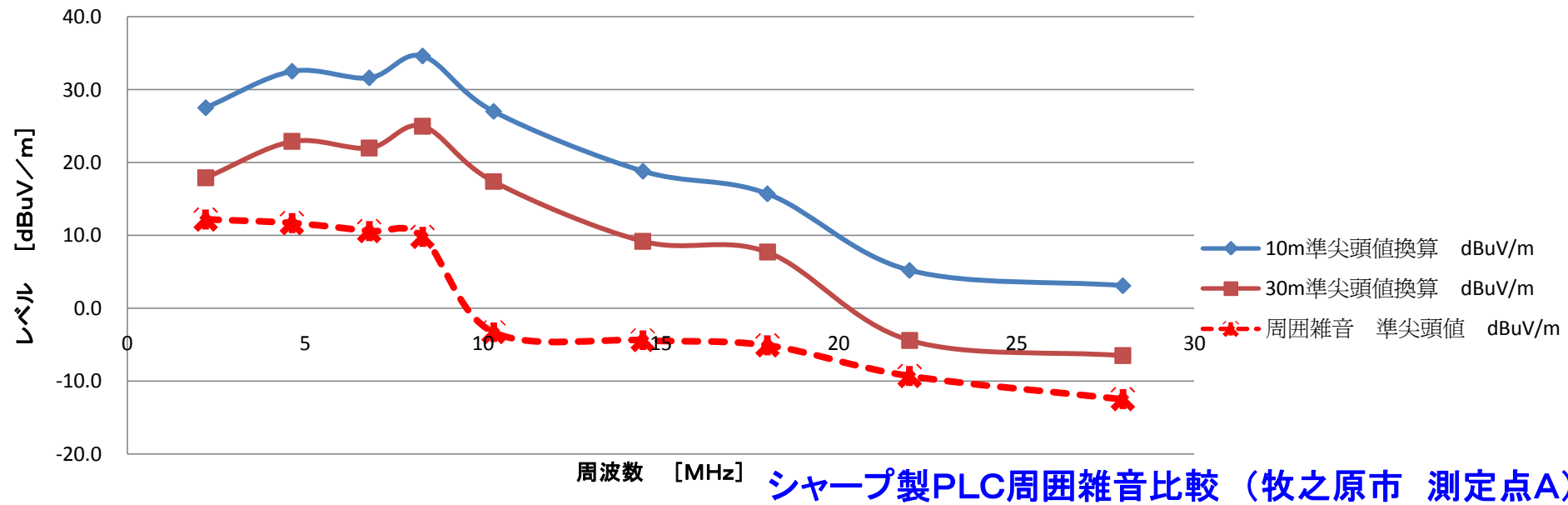
4-1-1. 周囲雑音電界強度との比較(1)



4-1-1. 周囲雑音電界強度との比較(2)



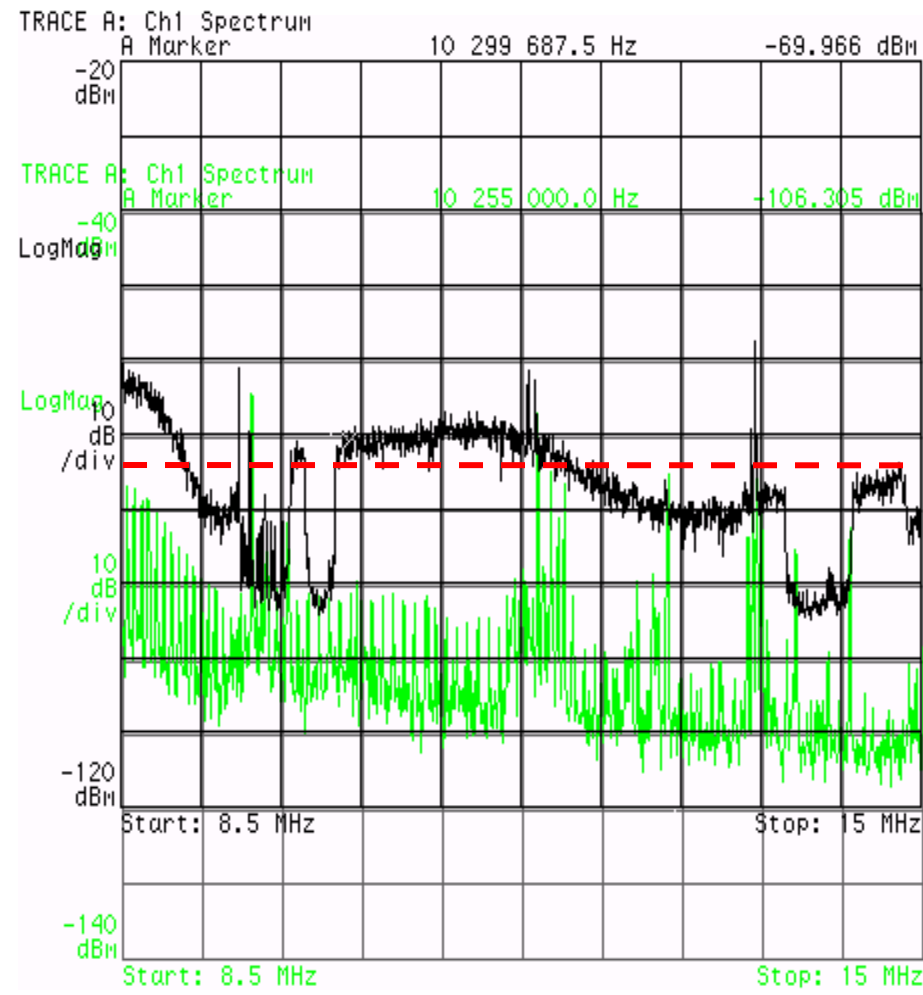
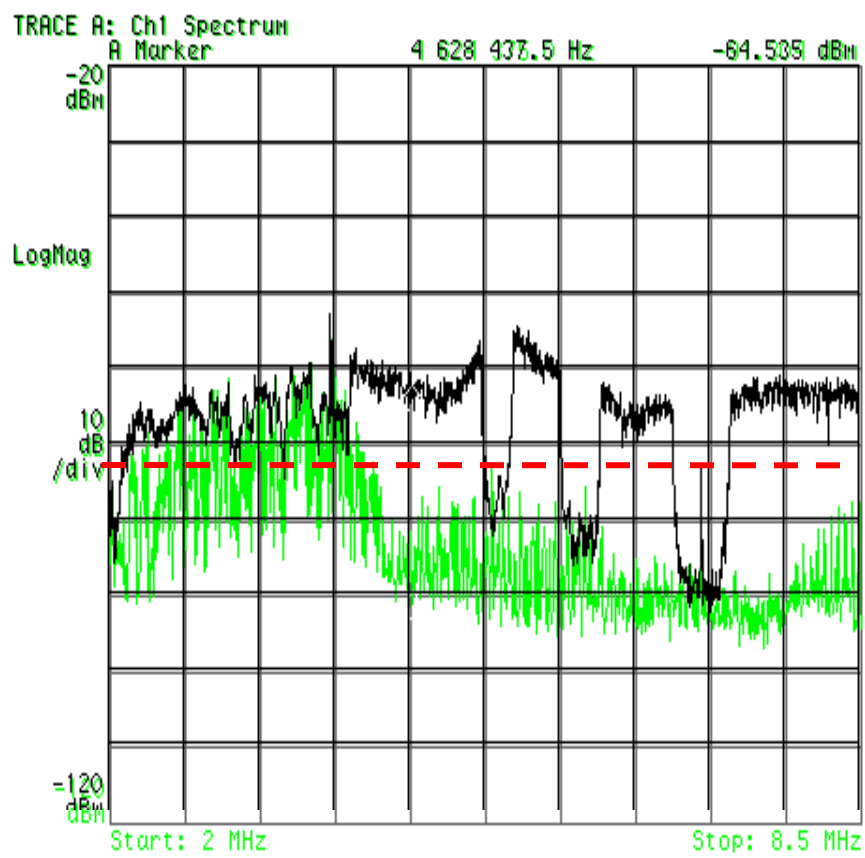
4-1-1. 周囲雑音電界強度との比較(3)



4-1-1. 周囲雑音電界強度との比較(4)

測定時波形例

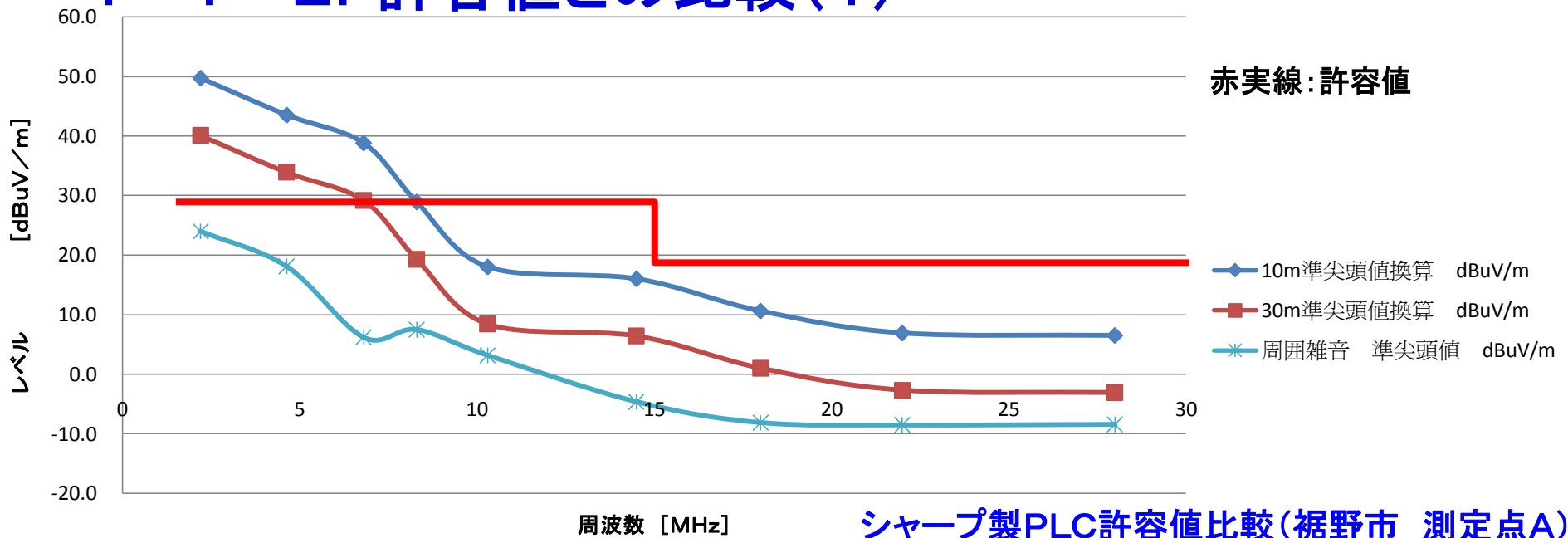
黒色プロット: PLC接続時(非通信時及び通信時)
緑色プロット: 周囲雑音(PLC非接続時)
赤色点線: 許容値(離隔距離10m)



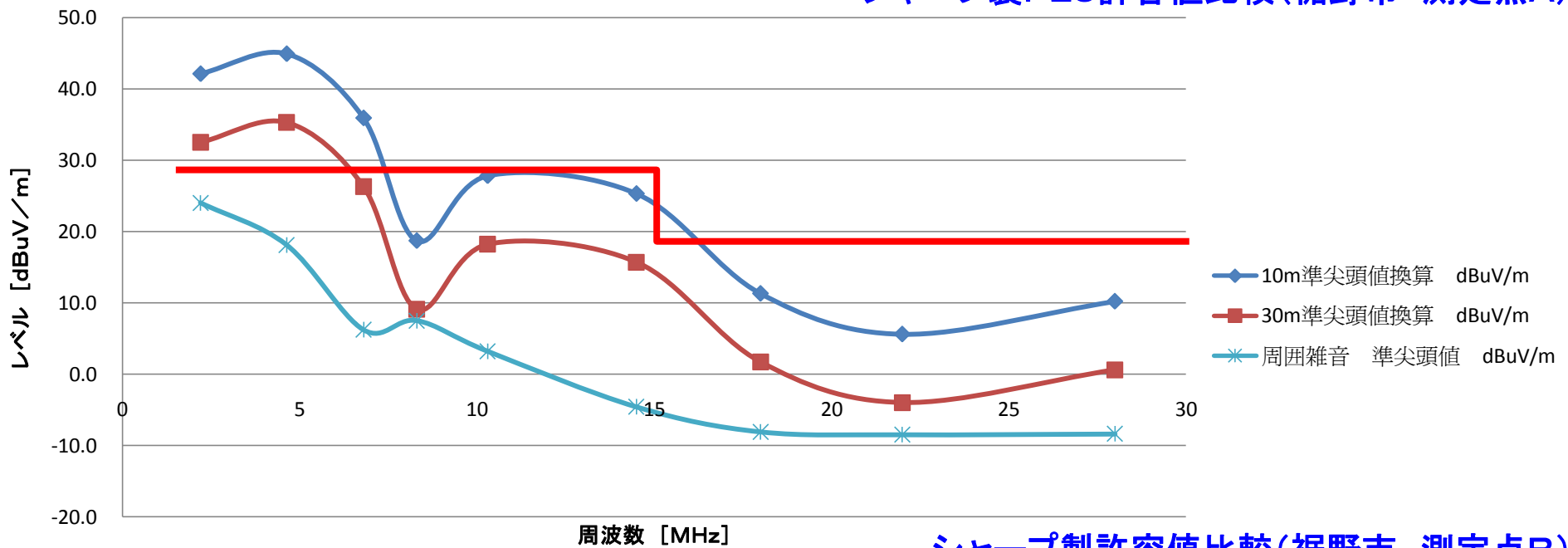
PLC非接続時及び接続時(2~8.5MHz)

PLC非接続時及び接続時(8.5~15MHz)

4-1-2. 許容値との比較(1)

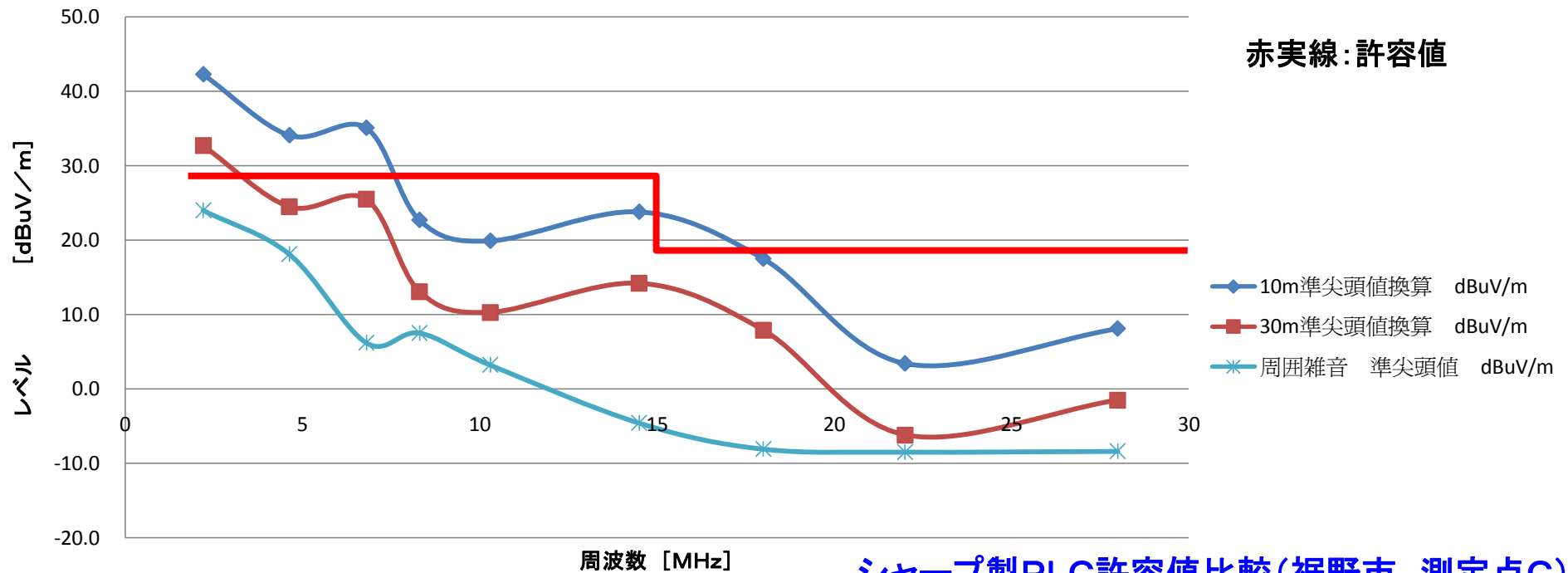


シャープ製PLC許容値比較(裾野市 測定点A)



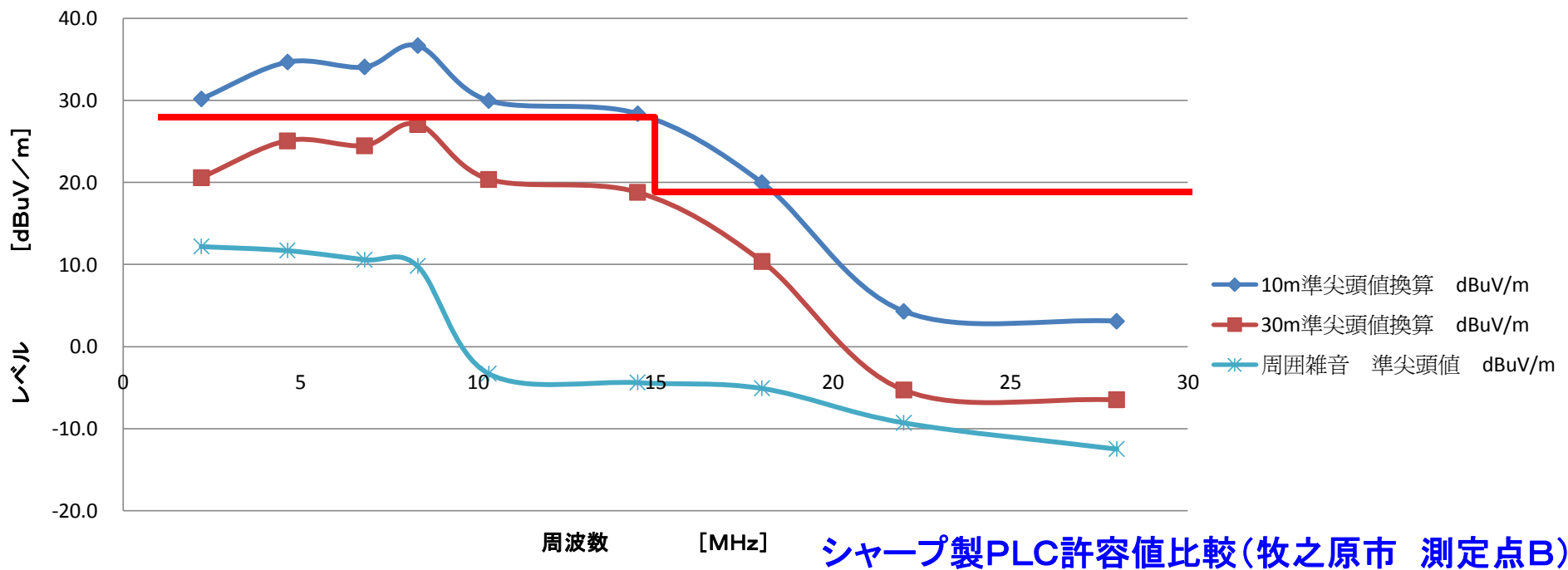
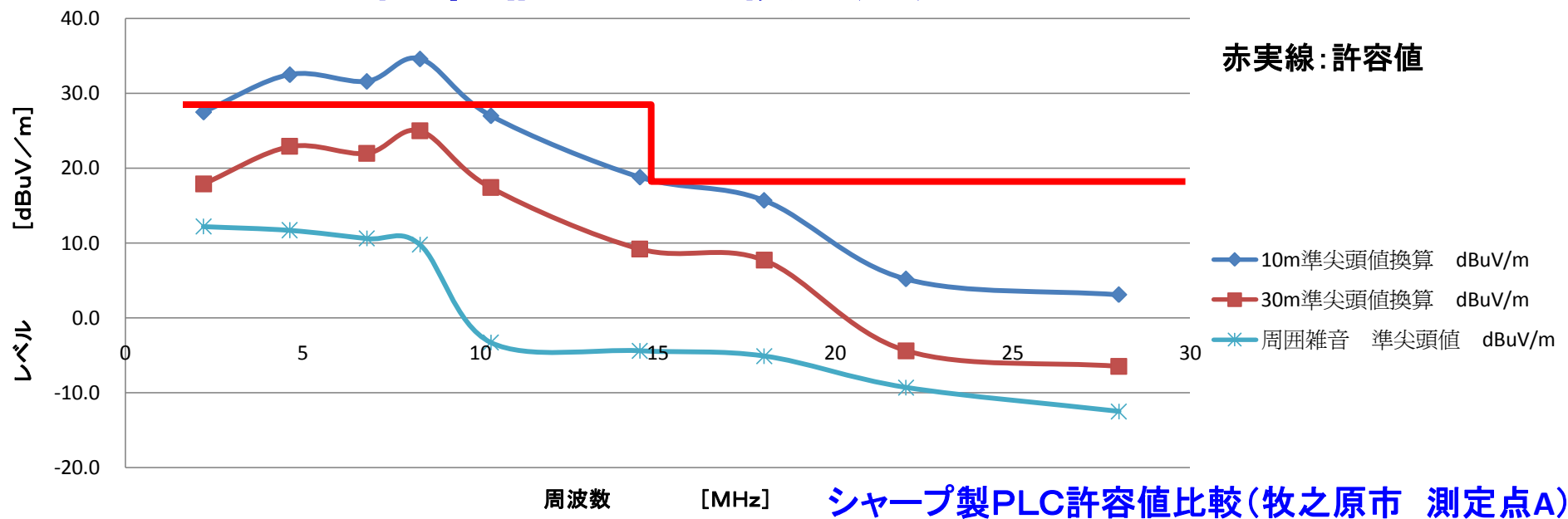
シャープ製許容値比較(裾野市 測定点B)

4-1-2. 許容値との比較 (2)



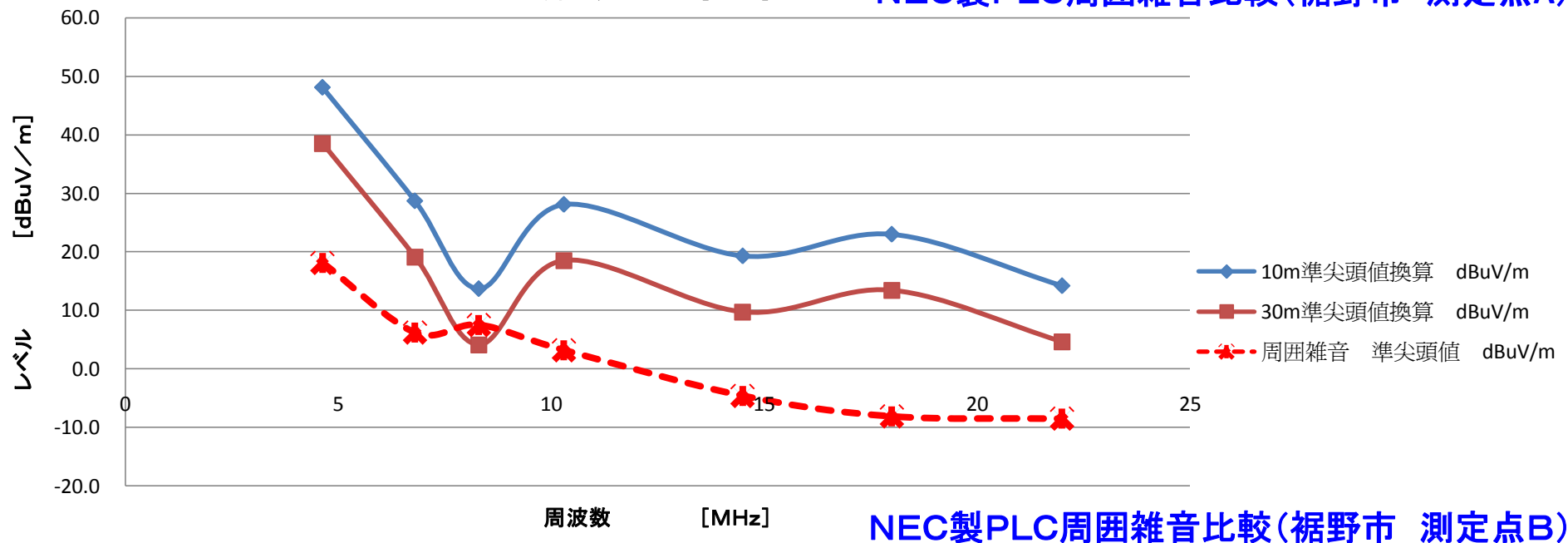
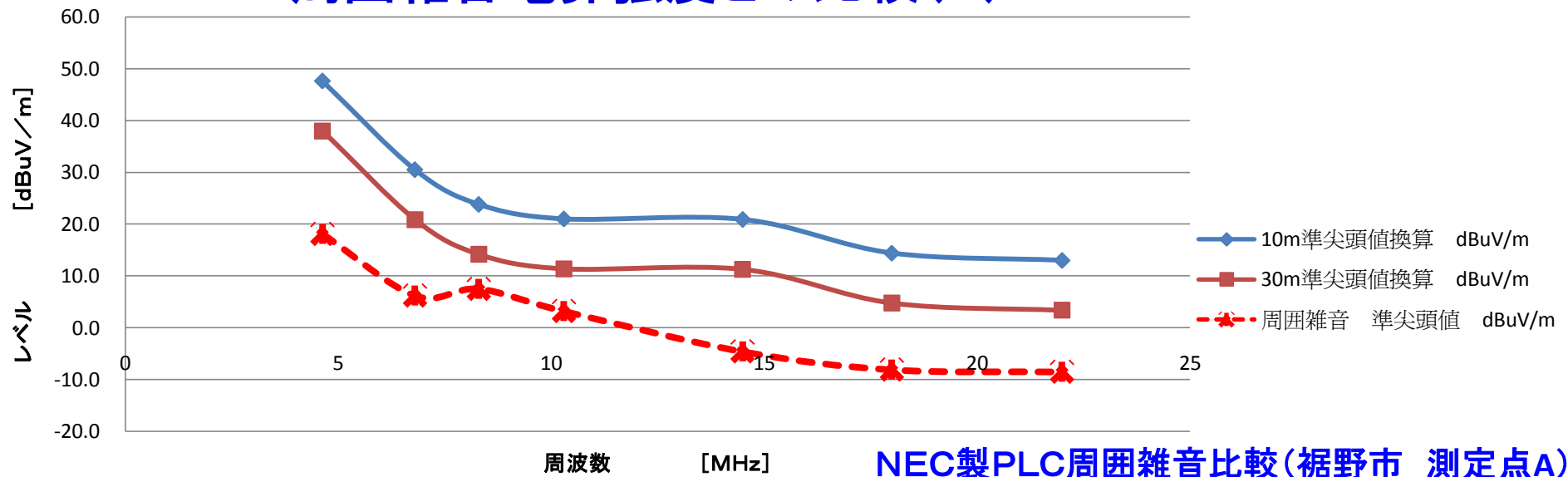
シャープ製PLC許容値比較(裾野市 測定点C)

4-1-2. 許容値との比較 (3)

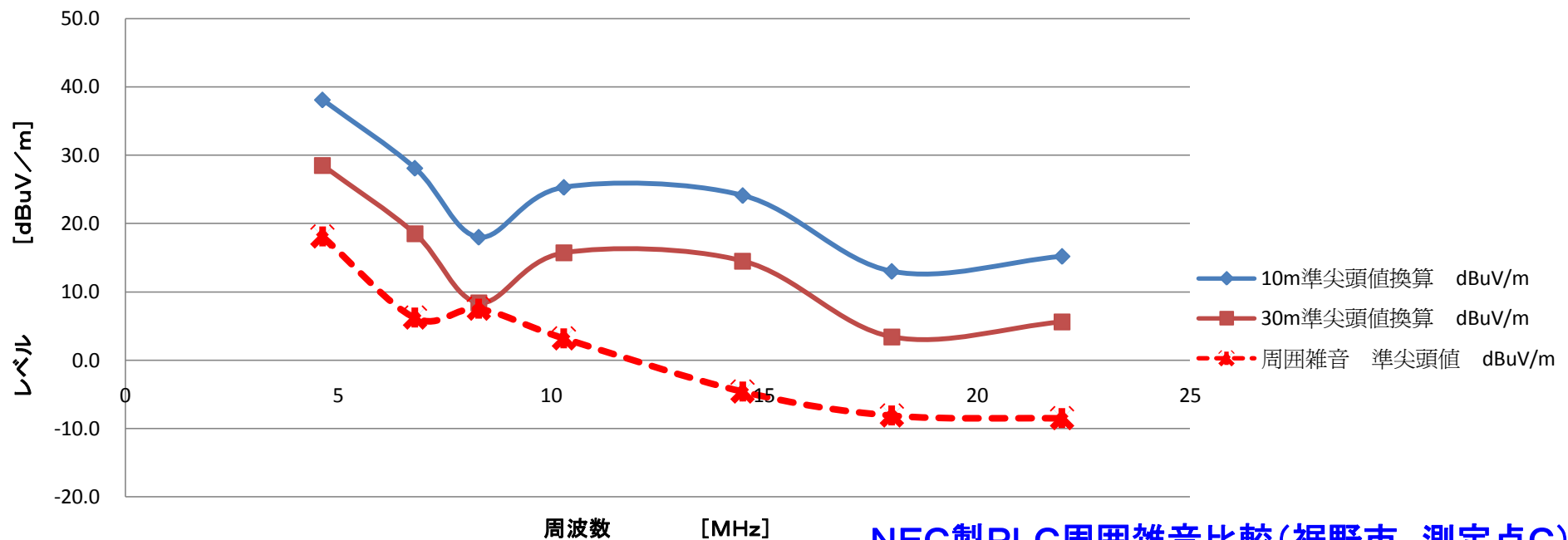


4-2. NEC製PA-CA2100P漏洩電界強度の測定実験結果

4-2-1. 周囲雑音電界強度との比較(1)

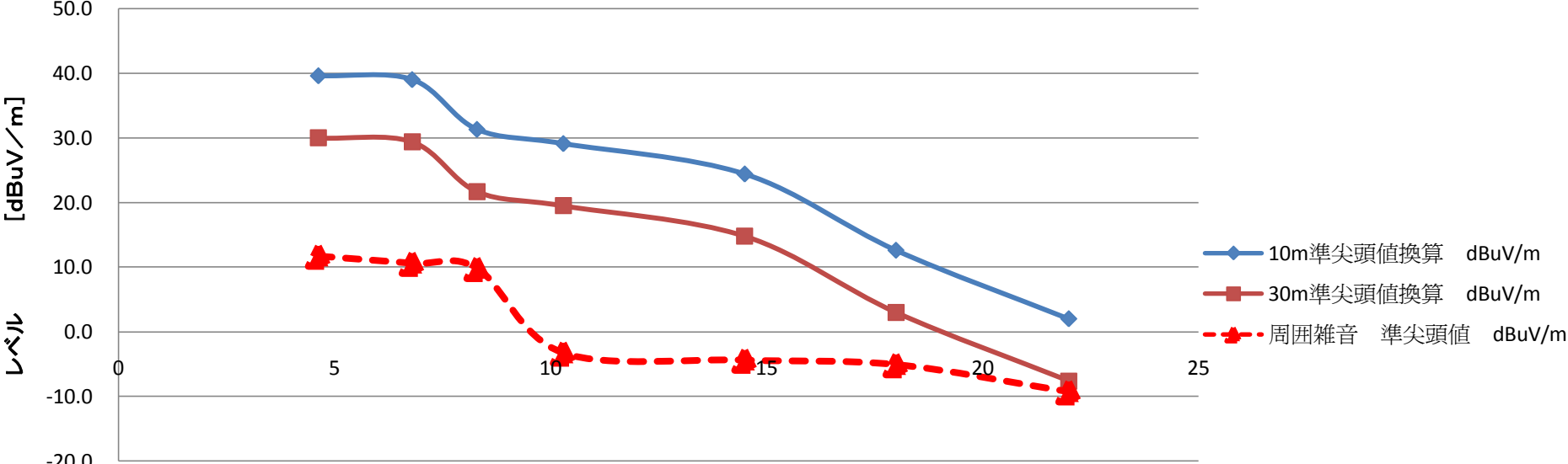


4-2-1. 周囲雑音電界強度との比較(2)

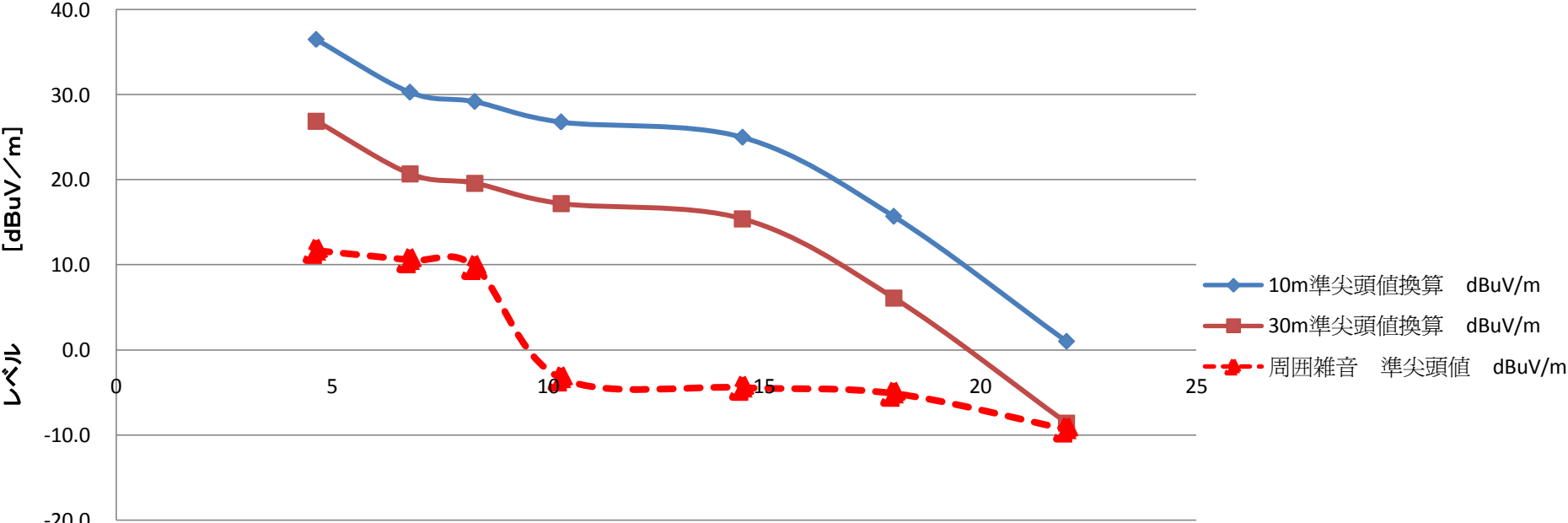


NEC製PLC周囲雑音比較(裾野市 測定点C)

4-2-1. 周囲雑音電界強度との比較(3)



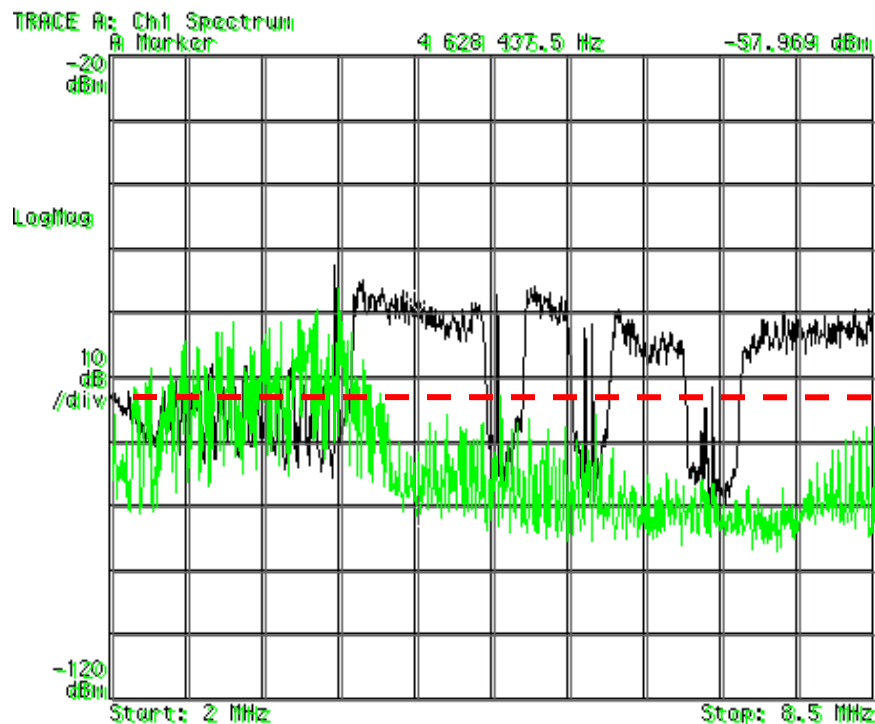
NEC製PLC周囲雑音比較(牧之原市 測定点A)



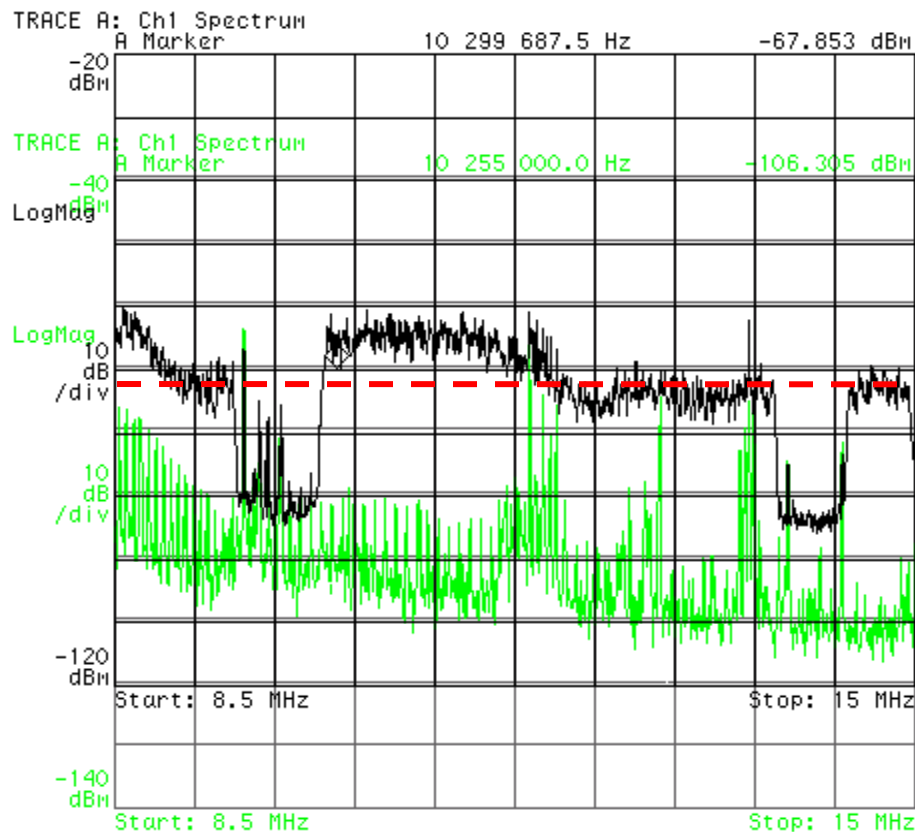
NEC製PLC周囲雑音比較(牧之原市 測定点B)

4-2-1. 周囲雑音電界強度との比較(4) 測定時波形例

黒色プロット: PLC接続時
緑色プロット: 周囲雑音(PLC非接続時)
赤色点線: 許容値(離隔距離10m)

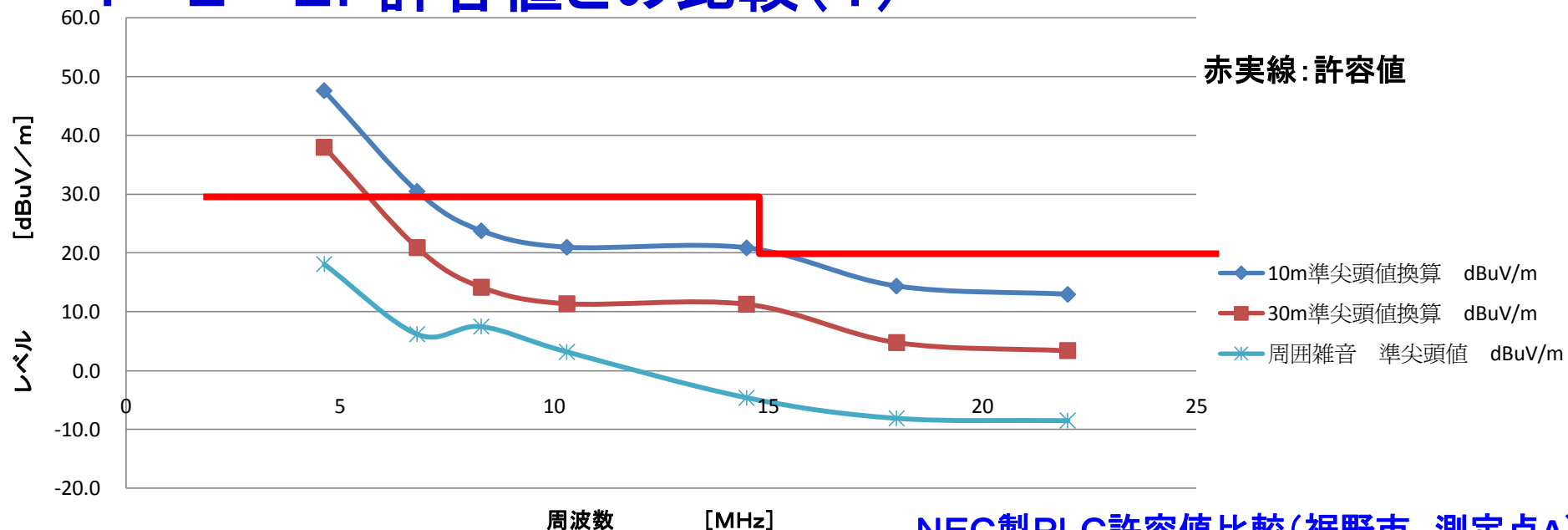


PLC非接続時及び接続時(2~8.5MHz)

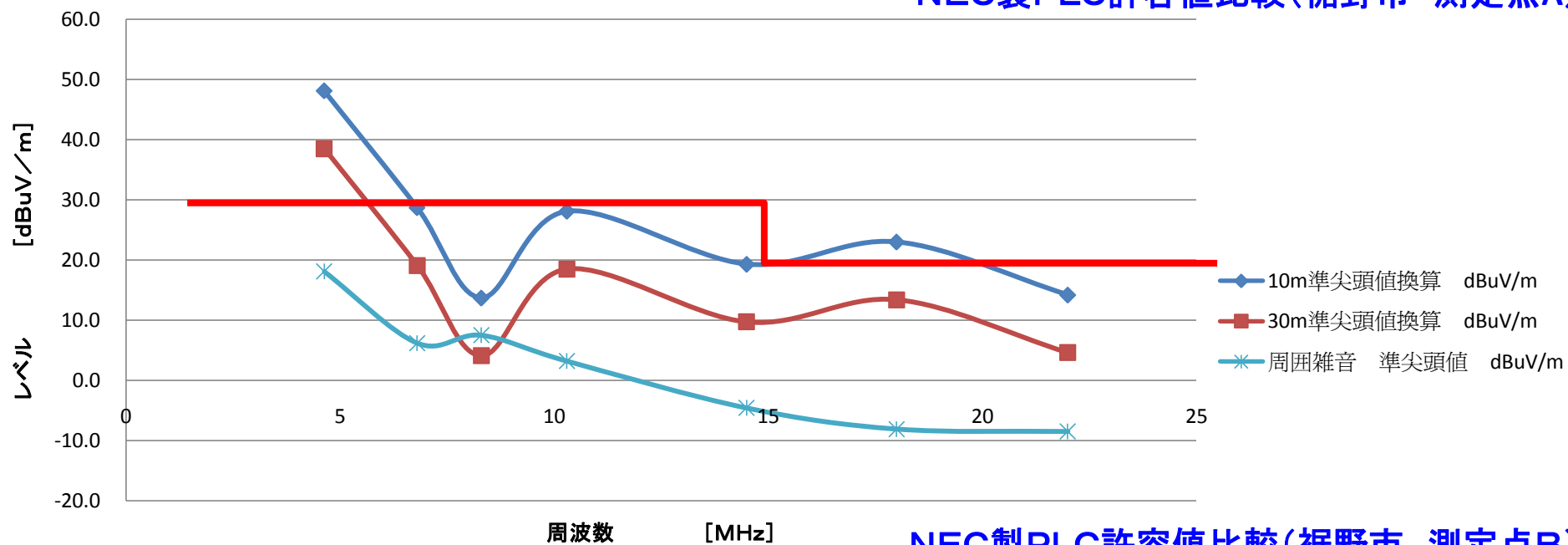


PLC非接続時及び接続時(8.5~15MHz)

4-2-2. 許容値との比較(1)

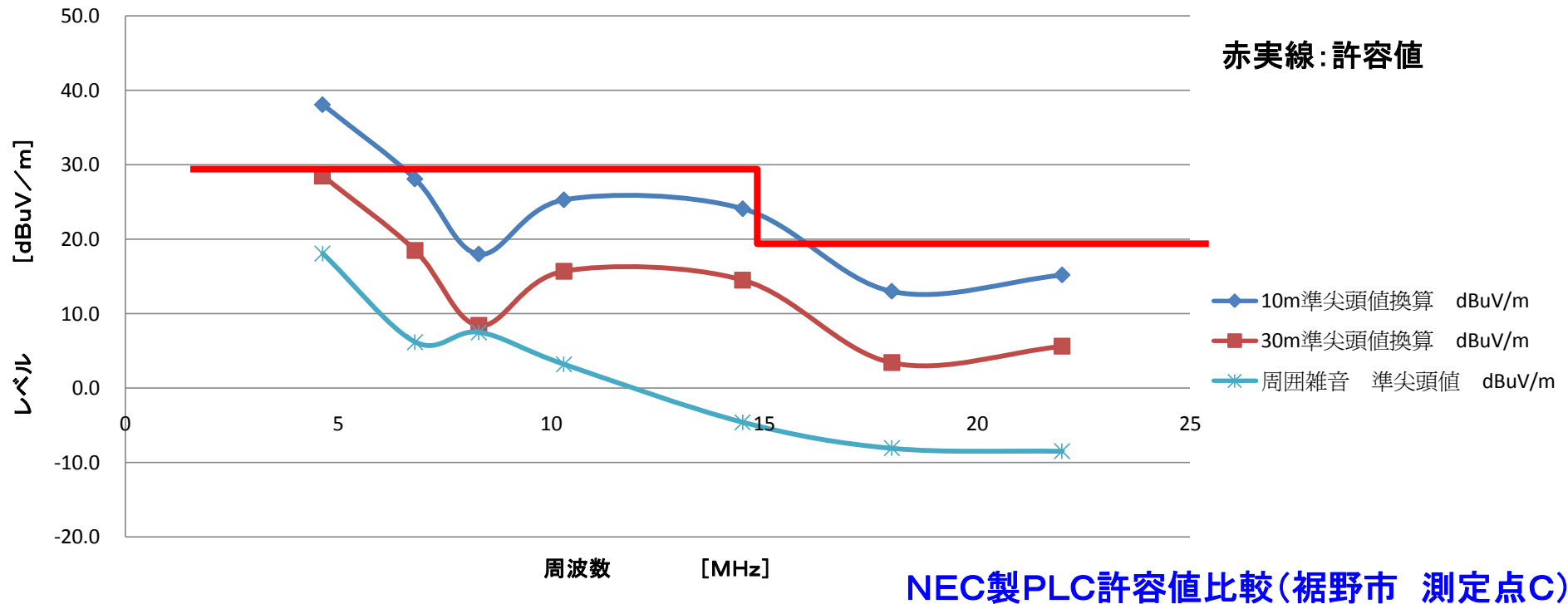


NEC製PLC許容値比較(裾野市 測定点A)

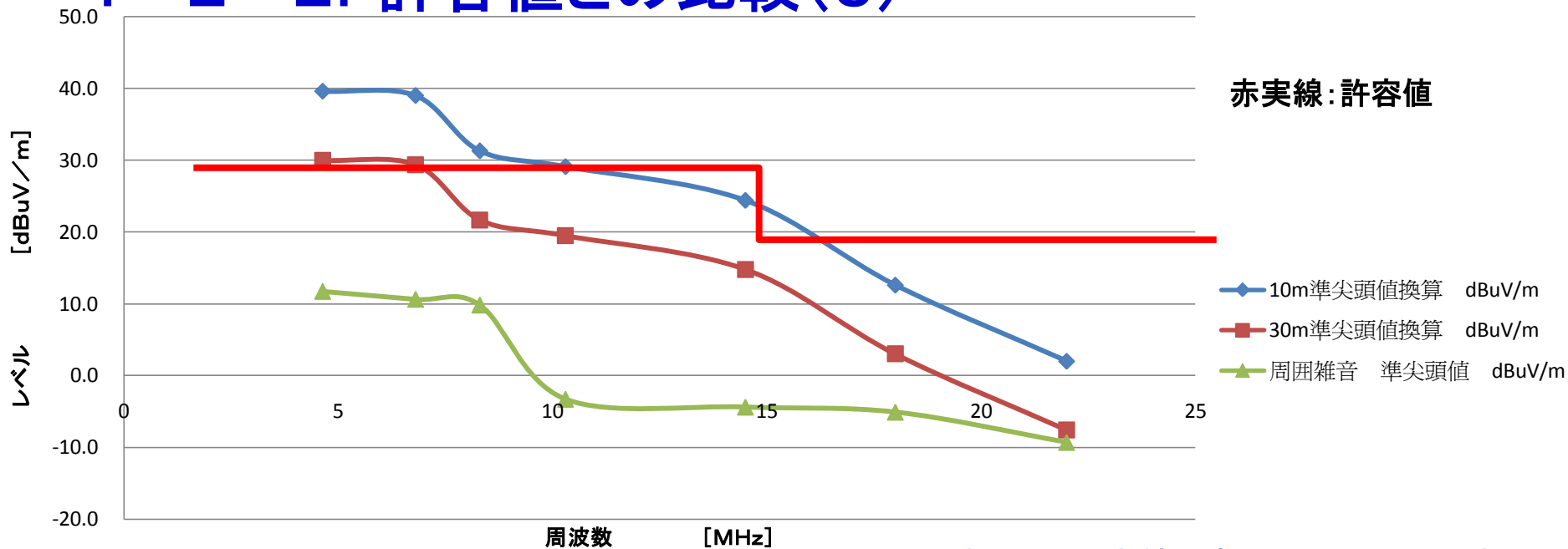


NEC製PLC許容値比較(裾野市 測定点B)

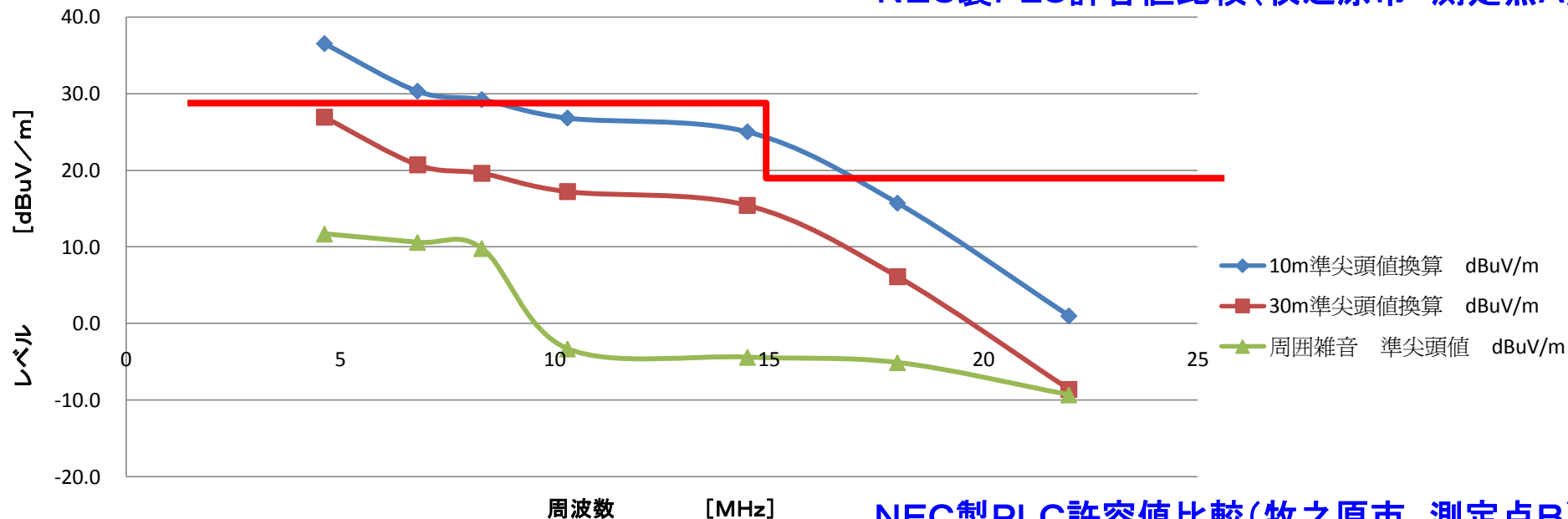
4-2-2. 許容値との比較(2)



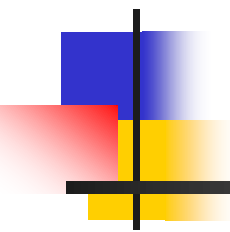
4-2-2. 許容値との比較(3)



NEC製PLC許容値比較(牧之原市 測定点A)



NEC製PLC許容値比較(牧之原市 測定点B)



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×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) シャープ製PLC	離隔距離10m	45／45(100%)
	離隔距離30m	45／45(100%)
2) NEC製PLC	離隔距離10m	35／35(100%)
	離隔距離30m	34／35(97%)

・PLCからの漏洩電界の尖頭値は、非通信時及び通信時共同等である。

・ノッチが入っている周波数帯に関して、測定時波形例を参照すると、14MHz近辺での漏洩電界強度は、離隔距離10mで約10dBuV/m、離隔距離30mで約 0dBuV/mであり、且つ周囲雑音と比較して最大約15dB超過する例がある。

(22頁及び29頁参照)

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(準尖頭値換算、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) シャープ製PLC	離隔距離10m	21／45(47%)
	離隔距離30m	6／45(13%)
2) NEC製PLC	離隔距離10m	15／35(43%)
	離隔距離30m	5／35(14%)

5-2. パソコン類からの漏洩電界測定実験結果 の評価

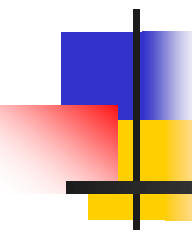
5-2-1. パソコン及びADSL等電子機器雑音対 周囲雑音

- 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(技術基準)
- 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等電子機器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)
0／27(0%)

5-3. 周囲雑音電界強度測定実験結果の評価

- 本実験の裾野市及び牧之原市の測定場所並びに御殿場市での周囲雑音の比較と、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、 $-4 \sim -33$ dB (約 $1/2 \sim 1/45$)
15～30MHzでは、 $-23 \sim -41$ dB
(約 $1/14 \sim 1/112$) と乖離している。



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、33dB(技術基準との差約7倍)~48dB(技術基準との差約32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33dB(約45倍)超過している。
離隔距離30mに於いて、周囲雑音と対比し、97%~100%過大であり、最大24dB(約16倍)超過している。
- ノッチが入っている周波数帯であっても、漏洩電界強度は、離隔距離10mで約10dBuV/m、離隔距離30mで約0dBuV/mであり、周囲雑音電界強度から、最大約15dB(約6倍)超過している例がある。

6-1-2. PLC漏洩電界 対 許容値

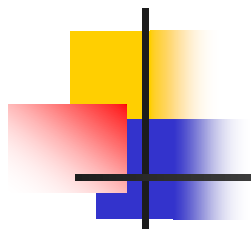
- PLCからの漏洩電界は、住宅地域の木造家屋でLCLが33dB(技術基準との差約7倍)～48dB(技術基準との差約32倍)の平衡度が良い環境から離隔距離10mに於いて、許容値と対比し、43～47%過大であり、最大22dB(約13倍)超過している。
- 離隔距離30mに於いて、許容値と対比し、13～14%過大であり、最大12dB(約4倍)超過している。

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等電子機器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、全く影響せず裾野市及び牧之原市並びに御殿場市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等電子機器からの漏洩電界及び周囲雑音から **最大33dB(約45倍)超過し、**技術基準から乖離している。

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、-4dB～-33dB未満(約1/2～1/45以下)
15～30MHzでは、-23dB～-41dB未満(約1/14～1/112以下)と乖離している。
- 周囲雑音の単純算術平均値として、
- 裾野市では、3.3dBuV/m
- 牧之原市では、1.2dBuV/m
- 御殿場市では、0.4dBuV/m の如く許容値と乖離している。
- 複数PLCの累積効果(例: 9dB)を考慮し確保する必要がある。
- 信号対雑音比S/Nを6dB以上確保する必要がある。



7. まとめ

- 1) PLCからの漏洩電界の尖頭値は、非通信時または通信時に拘らず同等である。
- 2) PLCからの漏洩電界は、LCLが技術基準の規定値より高く平衡度が良い場合であっても、周囲雑音から最大33dB(約45倍)超過している。
- 3) PLCからの漏洩電界は、許容値から最大22dB(約13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も、該当無しである。

4) 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、LCLとコモンモード(CM)電流の許容値も同様因果関係が認められない事になるである。

5) 以上により、PLC許容値設定の基準となる考え方が成り立っていない事になる。

従って、その考え方に基づいて行った型式指定を満たしたPLCモデムをコンセントに接続した漏洩電界が、99%の確率で周囲雑音を越えない、という想定を満たし得ないのである。



END

PLC行政訴訟原告団