

# 住宅環境における 屋内広帯域・高速電力線搬送通信(PLC) からの 漏洩電界に関する測定実験 I

(静岡県裾野市及び牧之原市での周囲雑音測定)

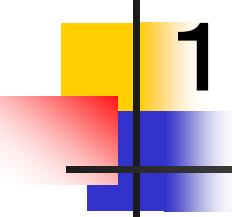
平成20年4月25日

測定実験者:

土屋 正道

櫻井 豊

星山 陽太郎



# 1. PLCからの漏洩電界測定実験の目的

---

- 広帯域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
- 検証する場所での周囲雑音測定と、技術基準に於ける周囲雑音の目標値との適合性
- 住宅地であるが田園環境での周囲雑音比較

## 2. PLC漏洩電界測定及び周囲雑音測定の方法

### 2-1. 電界強度測定用アンテナの選定

- 周囲雑音を静穏田園環境レベル迄、測定対応可能なアンテナ選定
- RF Systems社製能動アンテナDX-1Pro
- アンテナファクタ:  $-6\text{dB}/\text{m}$  (比較法)
- $\text{IP3}: > +50\text{dBm}$ 、 $\text{IP2}: > +75\text{dBm}$
- 無指向性、水平偏波及び垂直偏波混合
- $\text{NF}: < 4\text{dB}$  (at 30MHz)

➡ 参照: 能動アンテナ比較表及び受動アンテナ比較表

# 2-1-1. 測定アンテナ及び比較測定器

表1 アンリツ M - 262E校正表

## 1. 電界強度測定確度

[ 規格： $\pm 2.0\text{dB}$ , ( $0\text{dB}=1\mu\text{V/m}$ ) ]

被校正器測定値  $65\text{dB}\mu\text{V/m}$

| BAND | 周波数<br>(MHz) | 較正值<br>( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ ) | 較正精度<br>(dB) |
|------|--------------|-------------------------------------|--------------|
| B    | 1.9          | 67.1                                | $\pm 1.0$    |
| C    | 4.5          | 67.0                                |              |
| D    | 7.0          | 67.4                                |              |
|      | 14.0         | 68.4                                |              |
| E    | 20.0         | 68.2                                |              |
|      | 30.0         | 67.2                                |              |

較正条件

RANGE : LOW



図1 M-262EとDX-1Pro  
アンテナ

## 2-1-2. 周波数特性

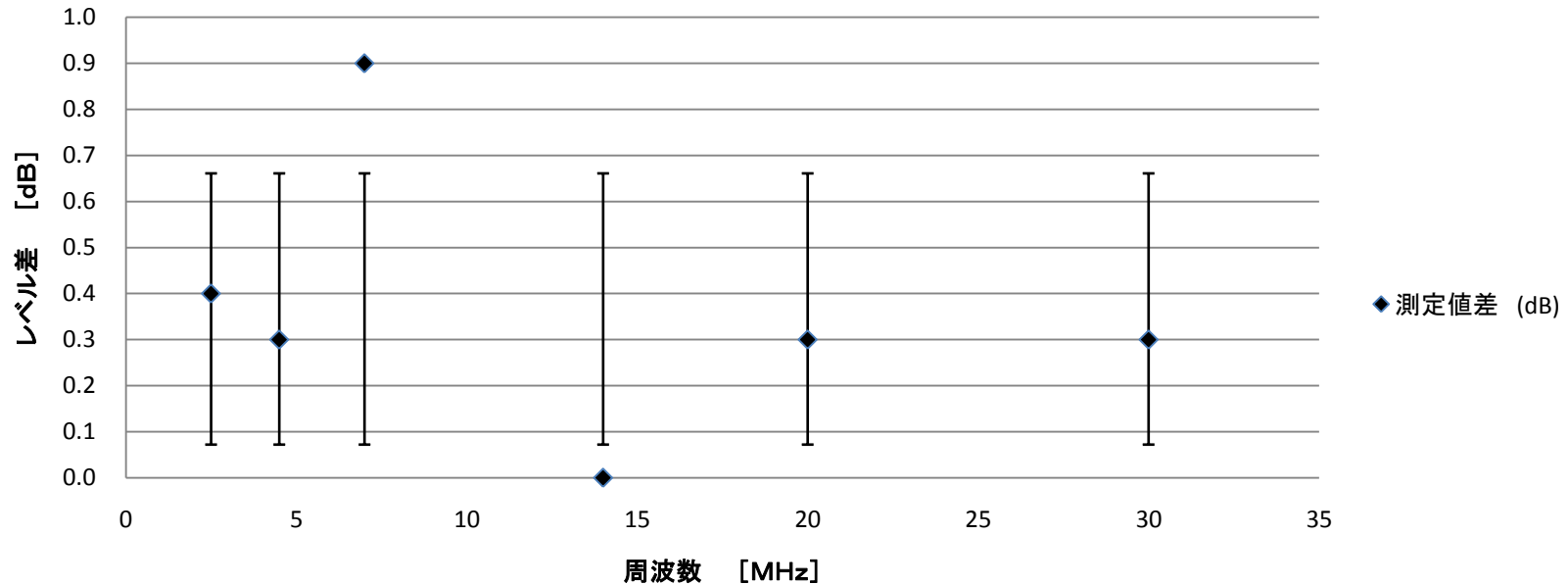


図2 アンリツM-262EとDX1Pro+HP89441Aとの測定相関

- 2～30MHz間に於いて、測定相関は、  
→ 2dB未満( $3\sigma$ )

\* 図中縦線は、全測定値の誤差範囲の標準偏差

# 2-1-3. 指向性(1)

図中縦線は、全測定値の誤差範囲の標準偏差

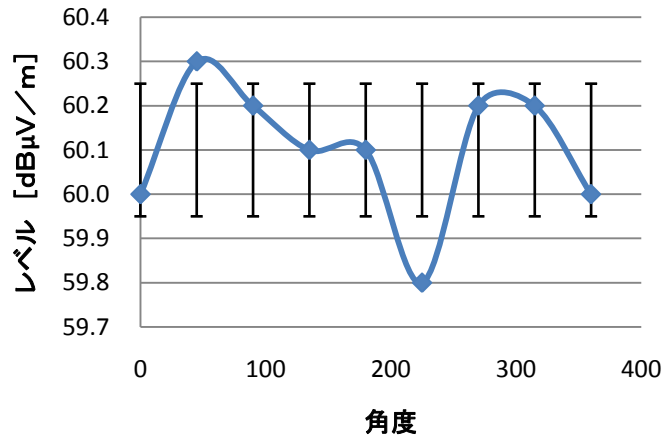


図3 2.5MHzの指向性

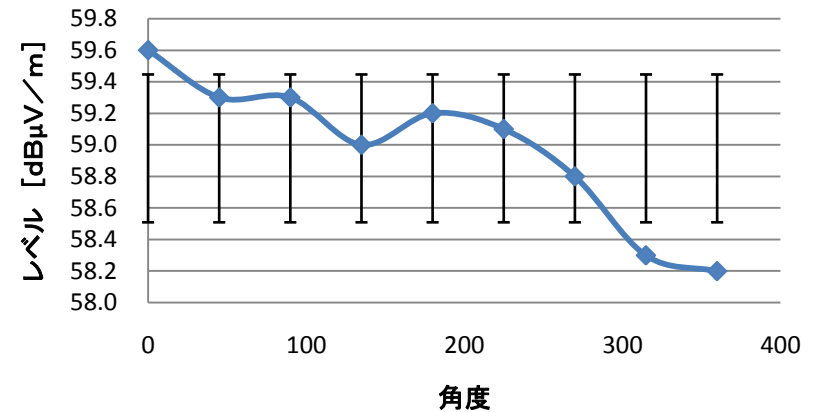


図4 4.5MHzの指向性

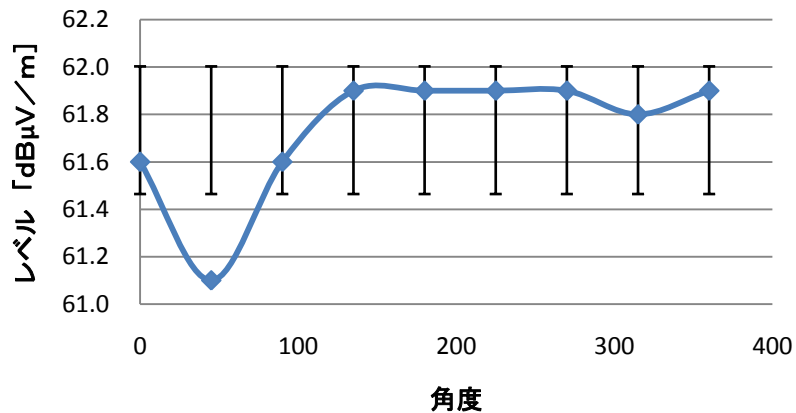


図5 7MHzの指向性

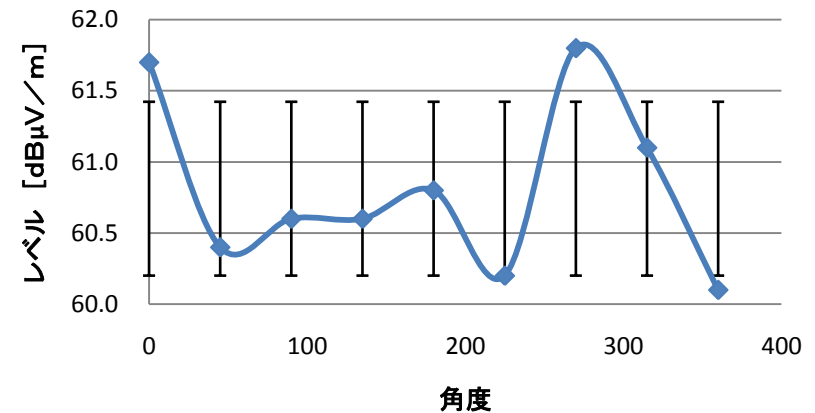


図6 14MHzの指向性

## 2-1-3. 指向性(2)

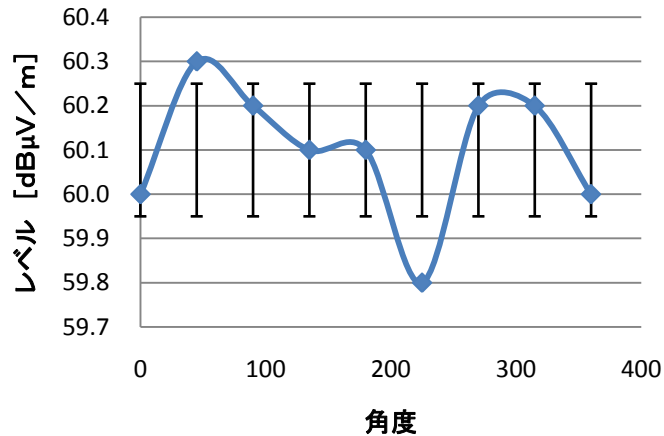


図7 20MHzの指向性

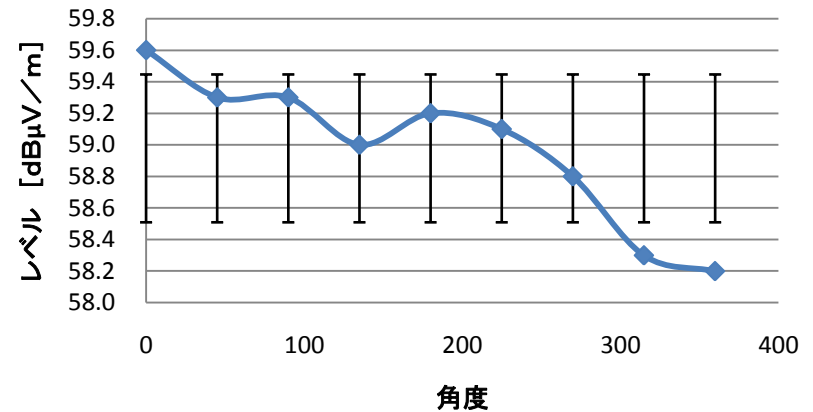


図8 30MHzの指向性

- 2～30MHz間に於いて、無指向性は  
⇒ 3dB未満(3σ)

\* 図中縦線は、全測定値の誤差範囲の標準偏差

## 2-2. 電界強度測定器

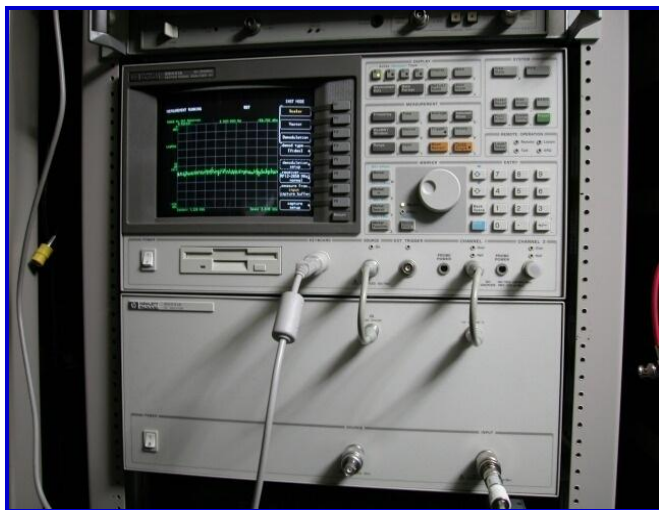


図9 HP 89441A



図10 測定点に設置した DX-1Proアンテナ

- **PLCモデムが使用している変調方式（OFDM, SS等）の場合でも、電界強度が測定でき、且つ、その信号を復調できる測定器を用いるべき**

- アンテナ係数が0dB/m未満の能動アンテナ等と併用し、測定帯域幅9kHzでは、 $-10\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満の測定可能が望ましい
- CISPR16-1準拠が望ましいが、FFT方式での該当選択困難
- $\Rightarrow$  アジレント(HP)89441A ベクトル・シグナル・アナライザを使用  
DANLは、 $-119\text{dBm}$  (BW: 9kHz) 未満  
(尖頭値検波、PeakHold、平均化10回)
- システムとしてのDANL  $\rightarrow -16\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$   
(準尖頭値換算)
- (参考 システムDANL rms値:  $-124\text{dBm}$ 、 $-17\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ )

## 2-3. 測定ブロックダイアグラム

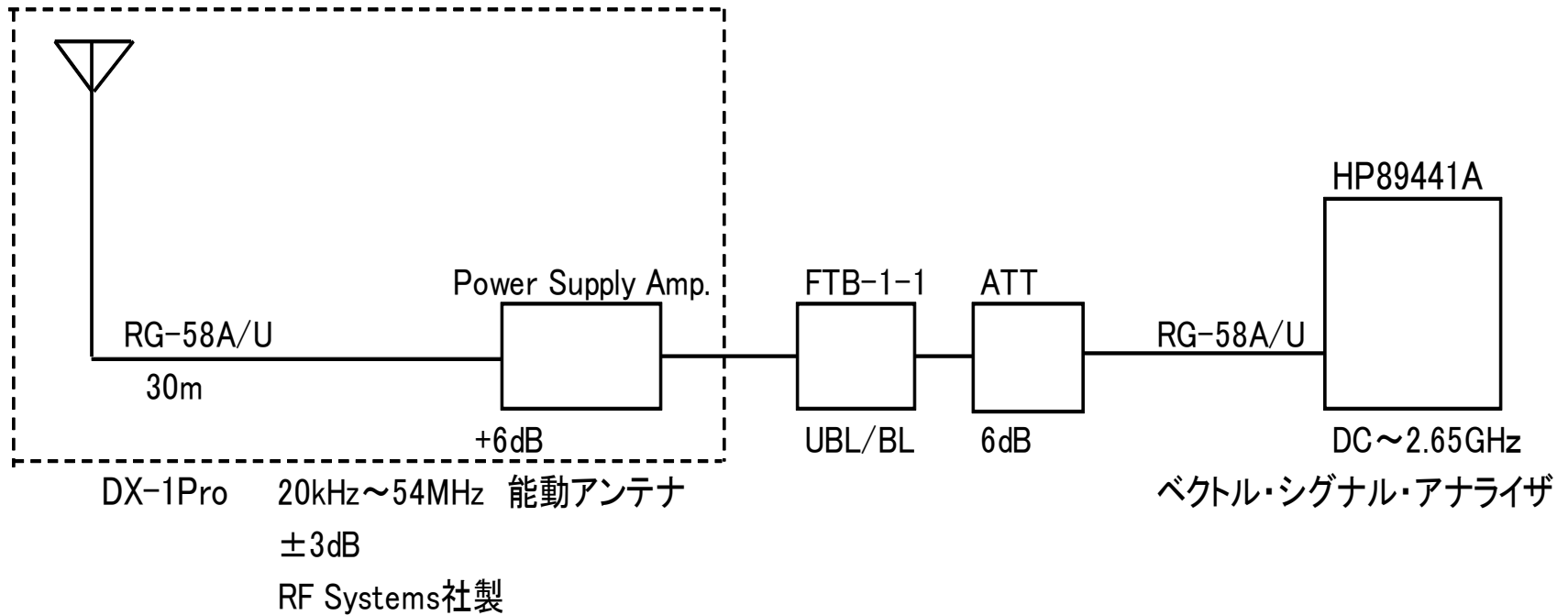


図11 測定ブロックダイアグラム



図12 HP 89441A及び測定用アンテナ電源類等

# 3. 周囲雑音測定(1)

- 測定条件: 帯域幅9kHz、ガウス曲線トップ、尖頭値検波、Peak Hold、10回平均化
- 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

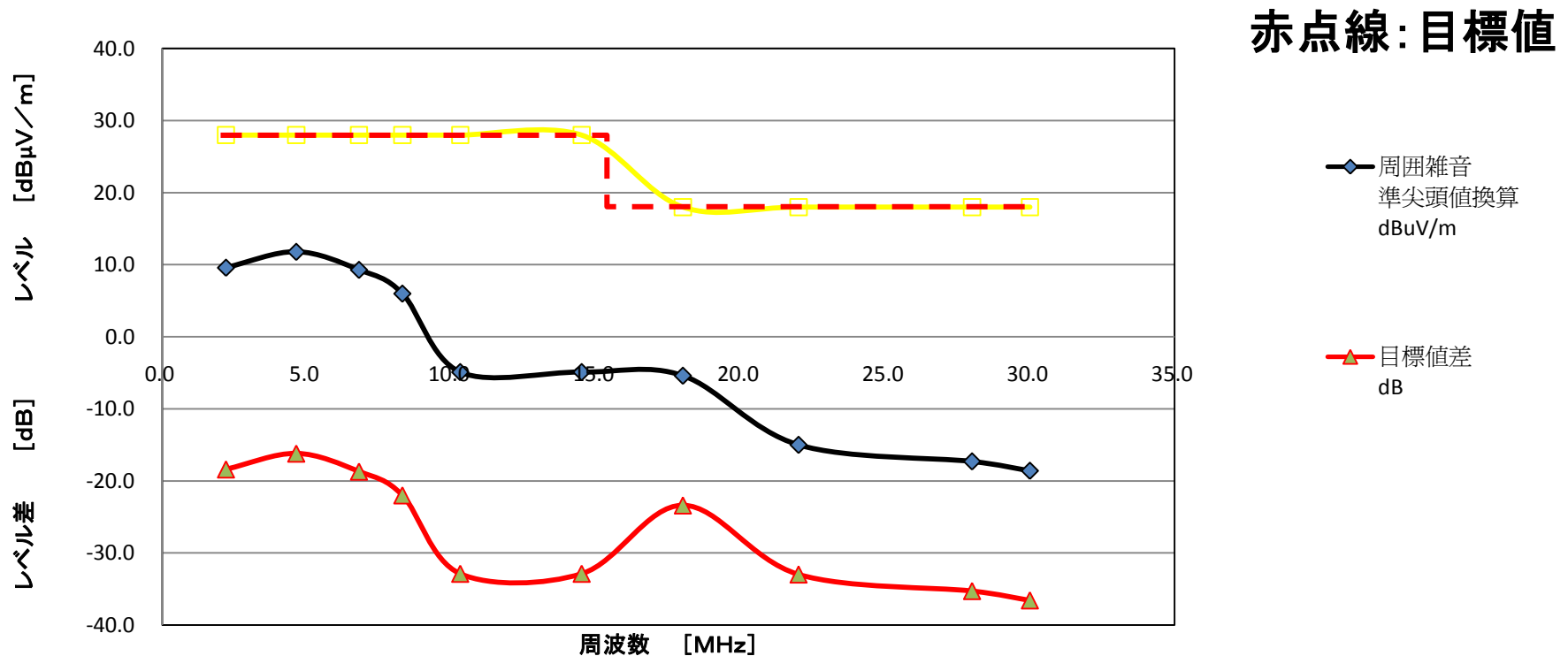


図13 周囲雑音対目標値比較 裾野市

### 3. 周囲雑音測定(2)

赤点線:目標値

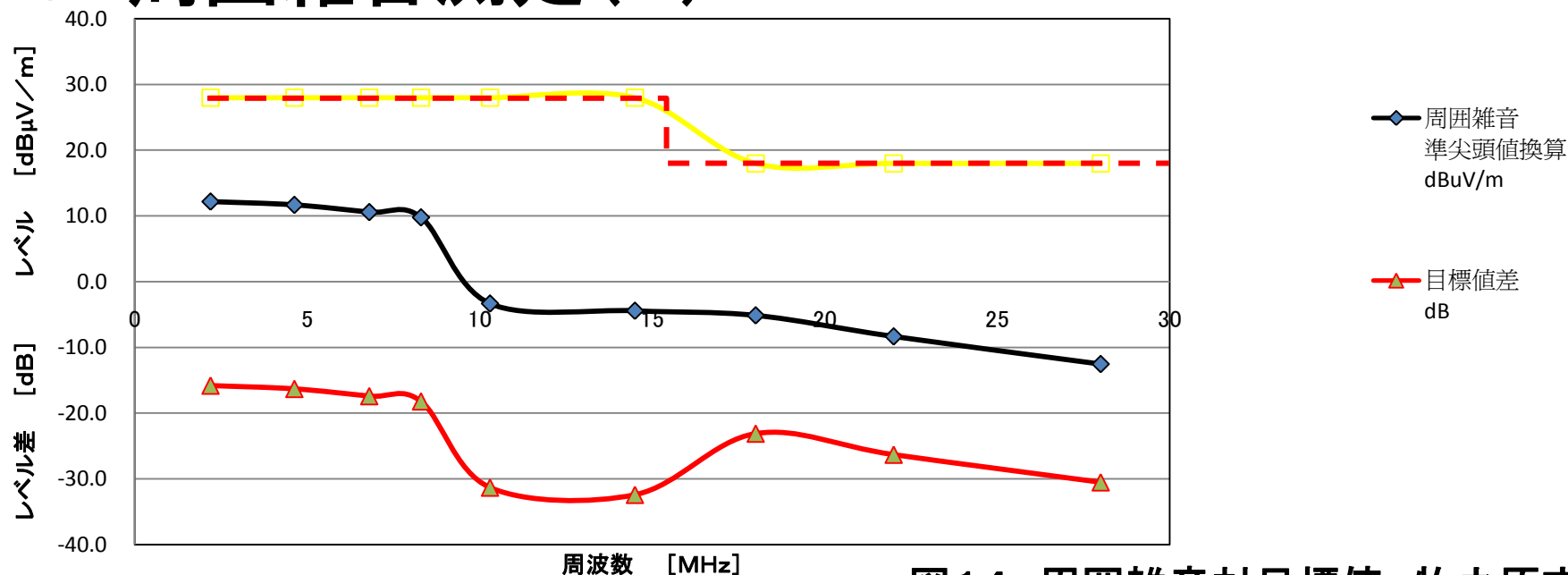


図14 周囲雑音対目標値 牧之原市

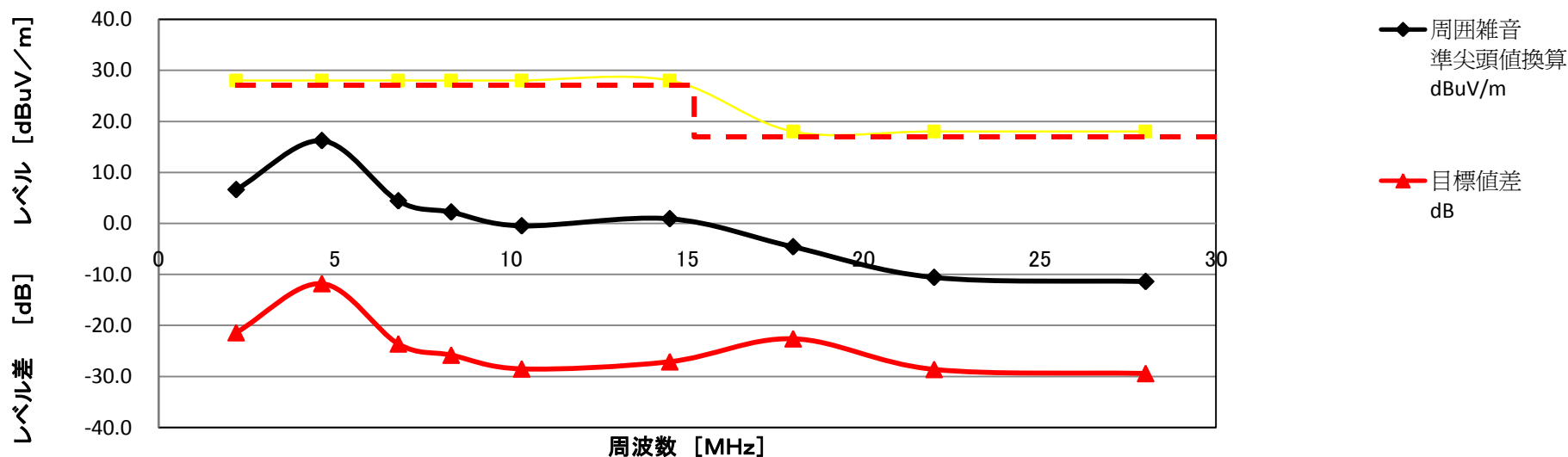
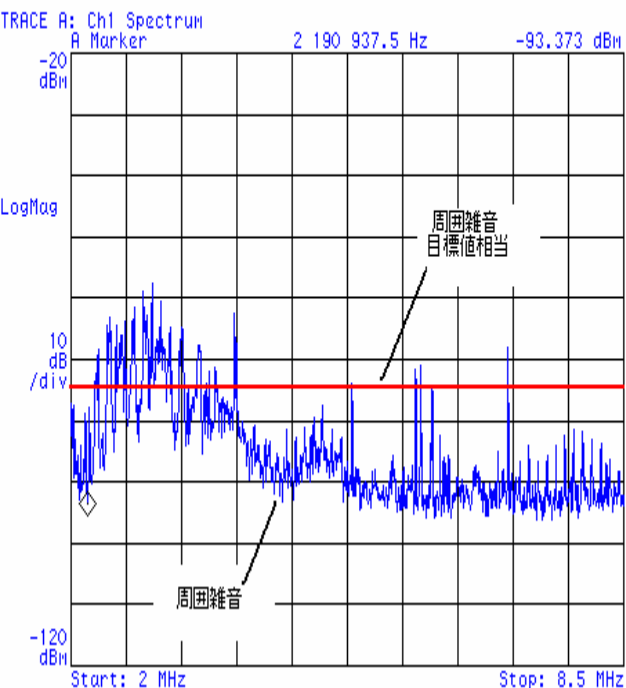


図15 周囲雑音対目標値比較 (御殿場市)

# 3-1. 周囲雑音測定(1)

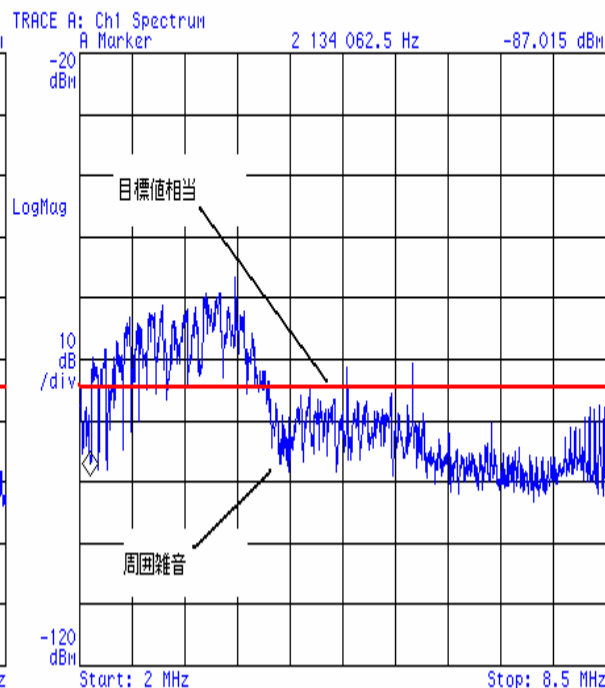
## 測定波形(2~8.5MHz)

Date: 08 02 23 Time: 10:30



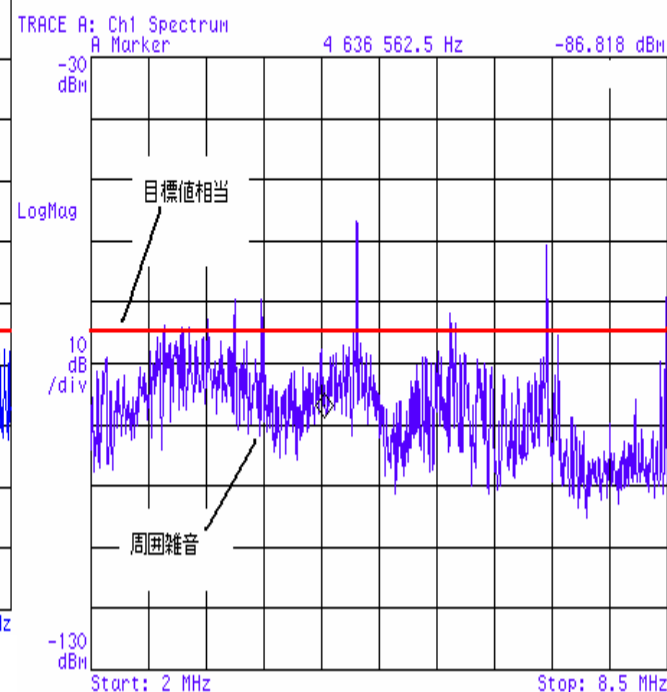
梶野市

Date: 08 01 20 Time: 14:03



牧之原市

Date: 08 01 26 Time: 11:41

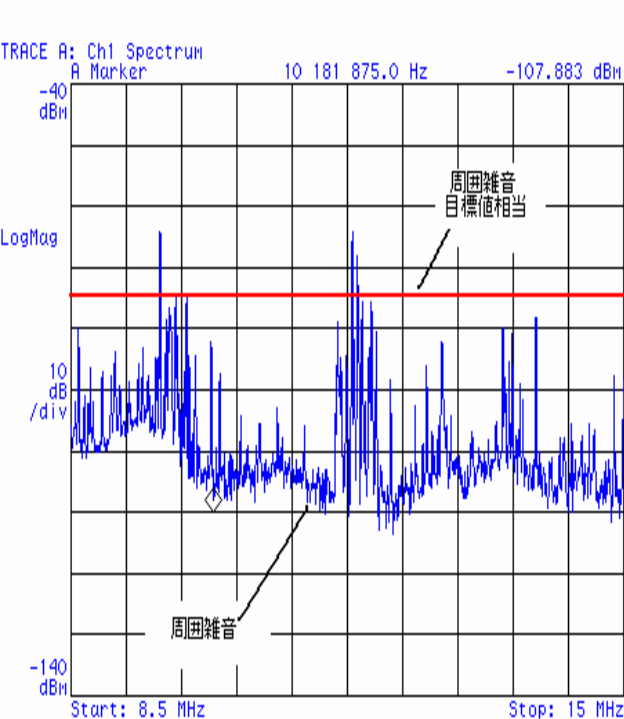


(御殿場市)

# 3-1. 周囲雑音測定(2)

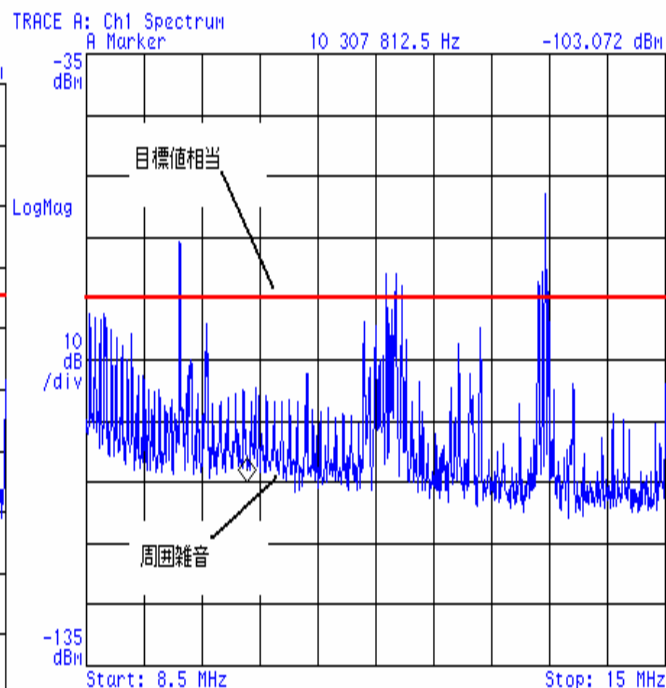
## 測定波形(8.5~15MHz)

Date: 08 02 23 Time: 10:44



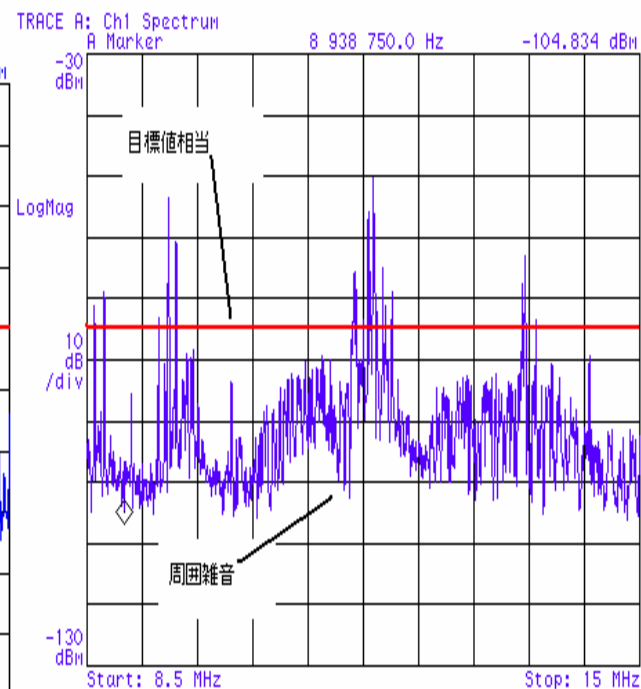
梶野市

Date: 08 01 20 Time: 14:19



牧之原市

Date: 08 01 26 Time: 12:05



(御殿場市)

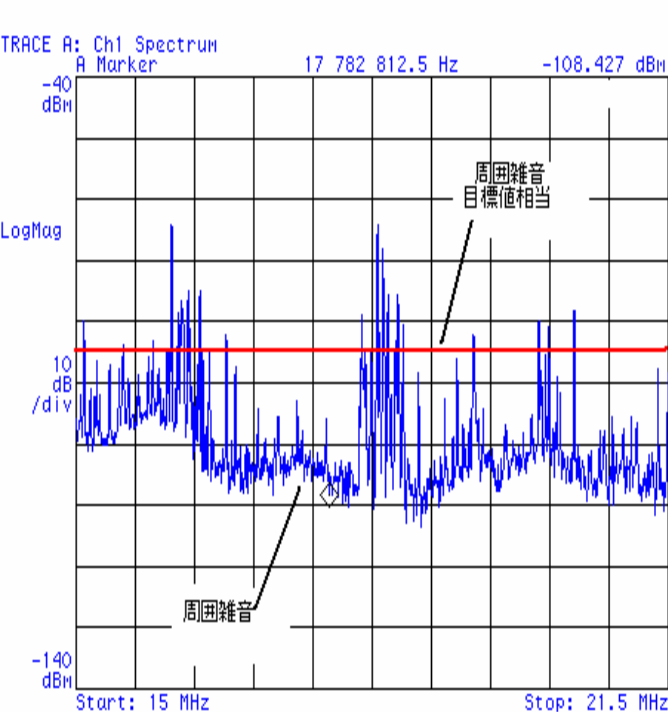
# 3-1. 周囲雑音測定(3)

## 測定波形(15~21.5MHz)

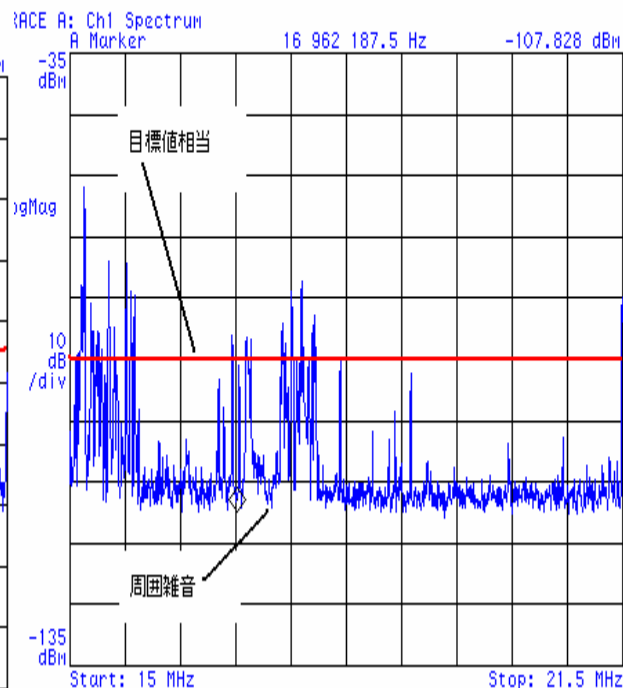
Date: 08 02 23 Time: 10:44

ate: 08 01 20 Time: 14:23

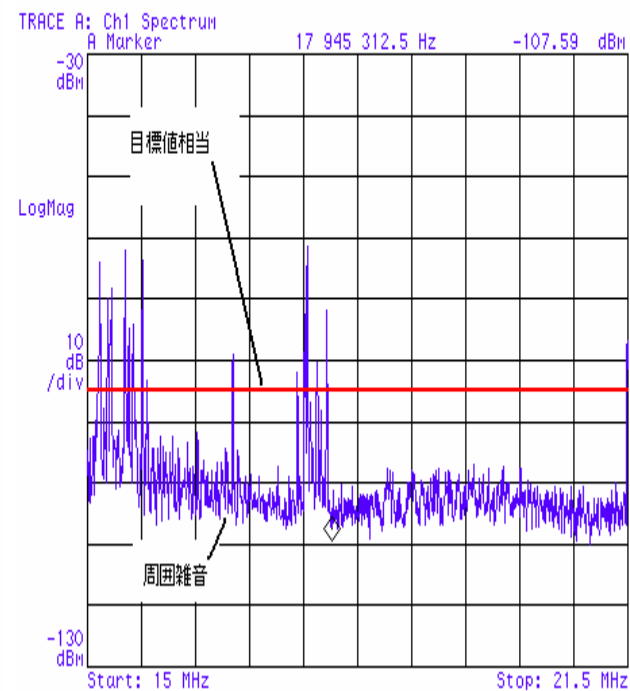
Date: 08 01 26 Time: 12:09



梶野市



牧之原市



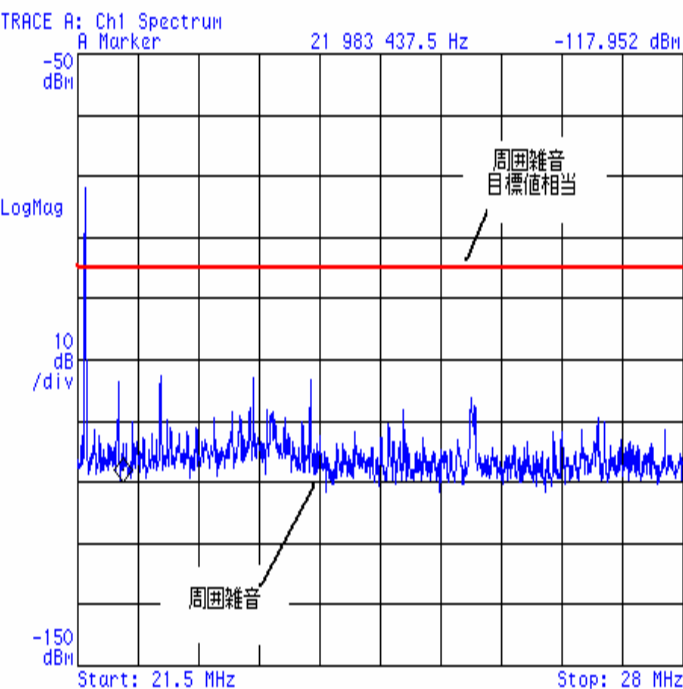
(御殿場市)

# 3-1. 周囲雑音測定(4)

## 測定波形(21.5~28MHz)

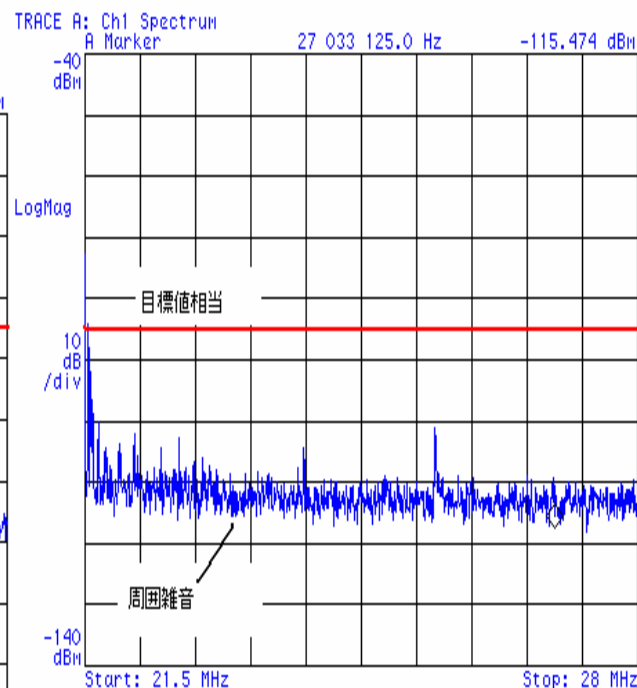
Date: 08 01 20 Time: 14:27

Date: 08 02 23 Time: 10:49

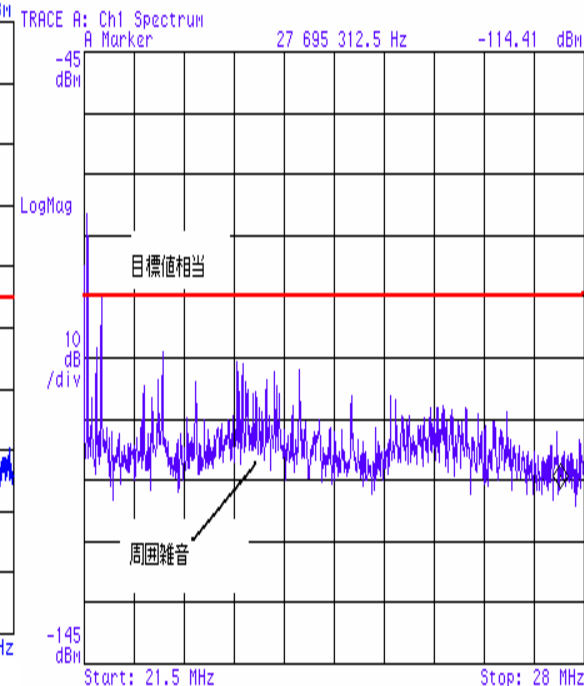


裾野市

Date: 08 01 26 Time: 12:12



牧之原市



(御殿場市)

# 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は、26～56dBであり、PLC技術基準の16dBより、10dB～40dB上回っている**

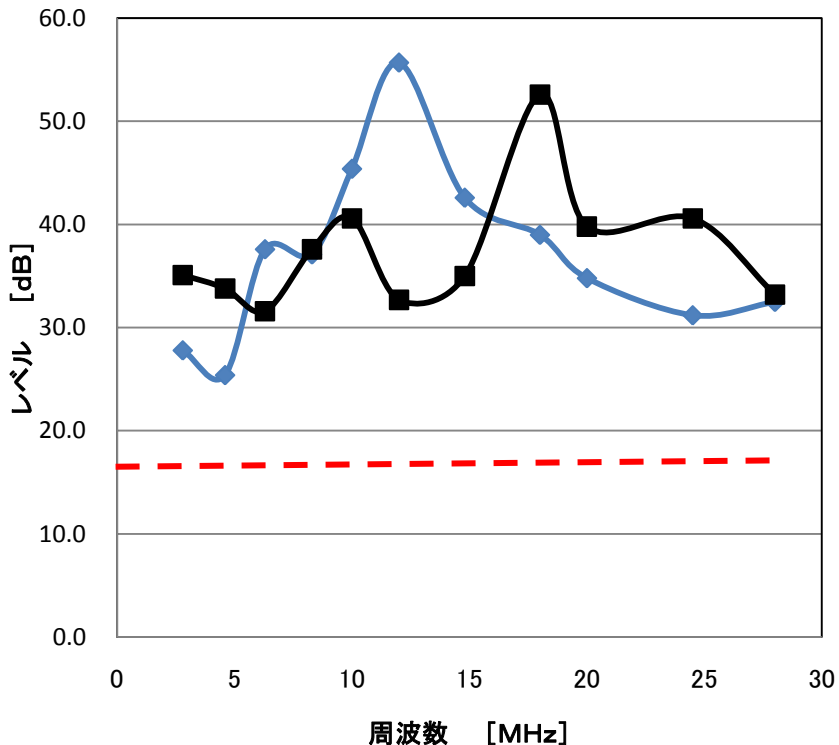


図16 裾野市家屋でのLCL

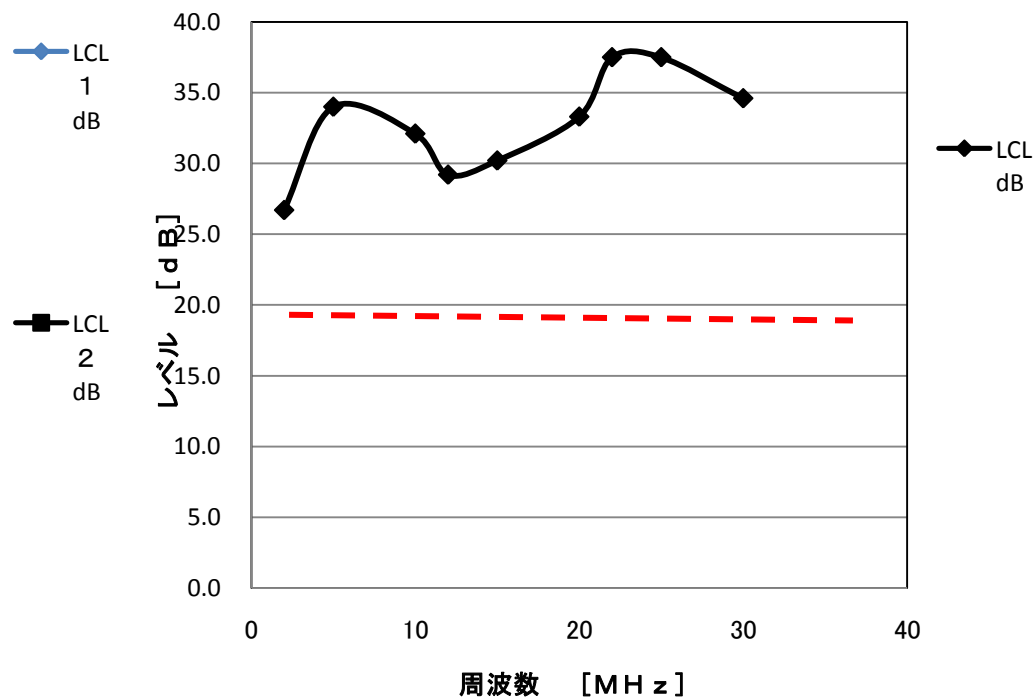


図17 牧之原市家屋でのLCL

# 5. PLC漏洩電界強度測定の実験環境

## 5-1. 裾野市及び牧之原市概要

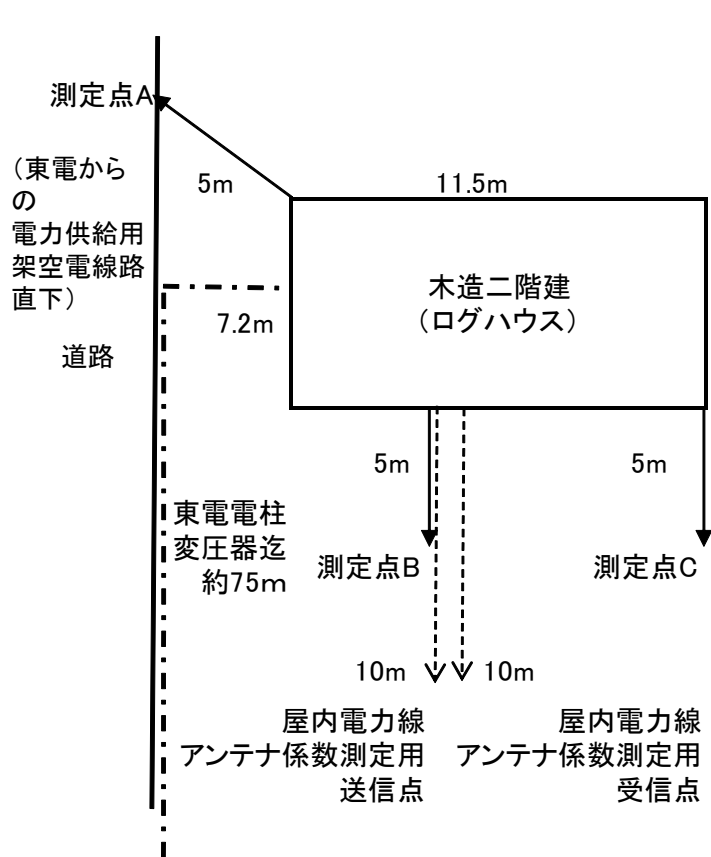


図18 裾野市での測定点

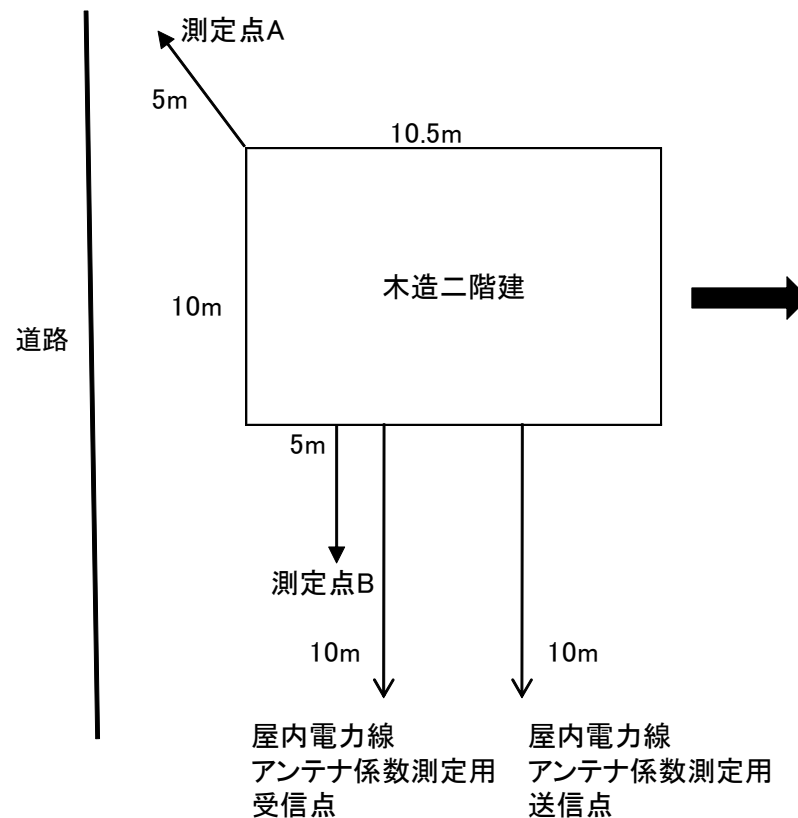


図19 牧之原市での測定点

## 5-2. 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

## 5-2. 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



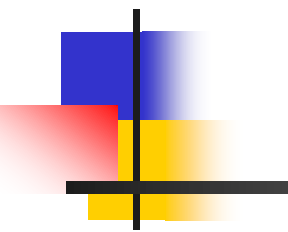
測定点A



測定点B



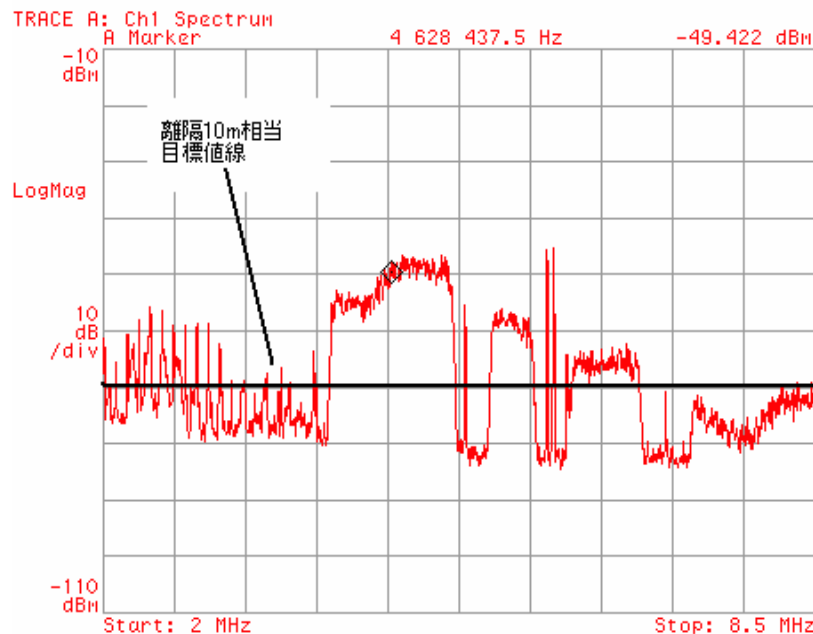
所在場所



## 6. PLCモデムからの漏洩電界 強度測定実験の結果

# 6-1. HD-PLC方式の漏洩雑音(1)

Date: 08 01 14 Time: 11:21



e: 08 02 23 Time: 10:30

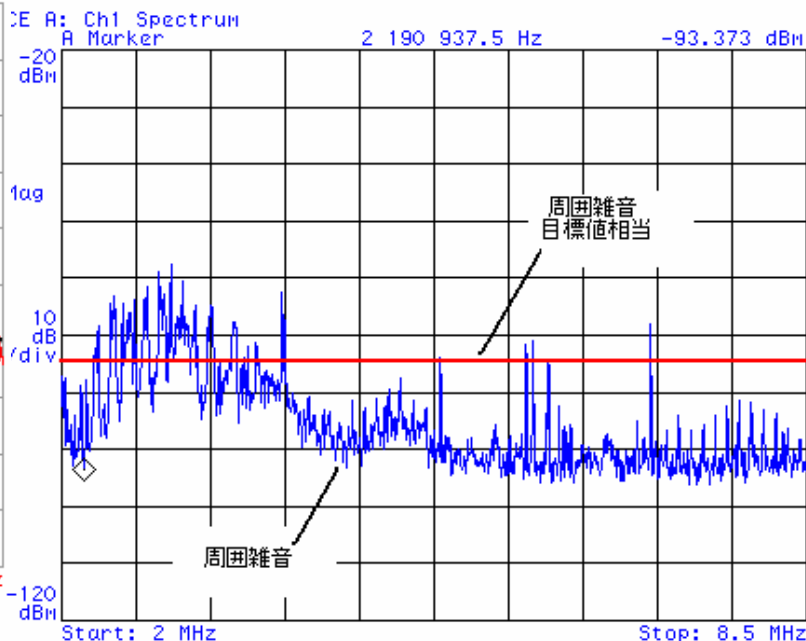


図20 Nからの漏洩雑音  
2~8.5MHz

裾野市 測定点A

●PLCによる漏洩電界の尖頭値については、データ転送時と非転送時の間に有意な差が見られなかった。

# 6-1. HD-PLC方式の漏洩雑音(2)

Date: 08 01 20 Time: 13:42

: 08 01 20 Time: 14:03

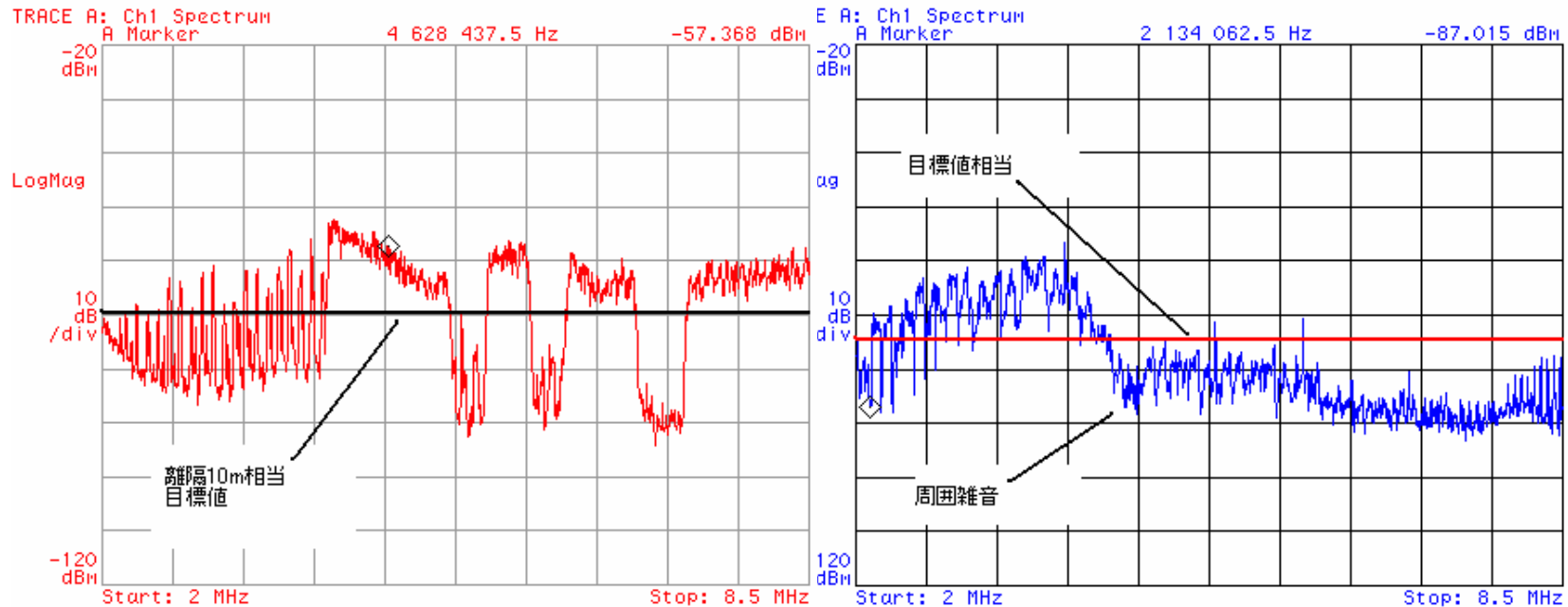


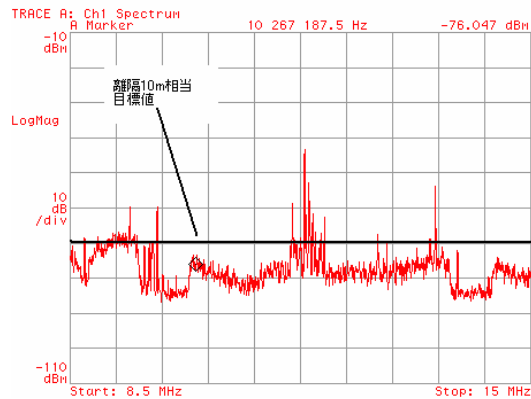
図21 Nからの漏洩雑音  
2~8.5MHz

牧之原市 測定点A

※家屋の屋内電力線の送信アンテナとしての輻射周波数特性の相違を、図20と比較し示唆

# 6-1. HD-PLC方式の漏洩雑音(3)

Date: 08 01 14 Time: 11:27



e: 08 02 23 Time: 10:44

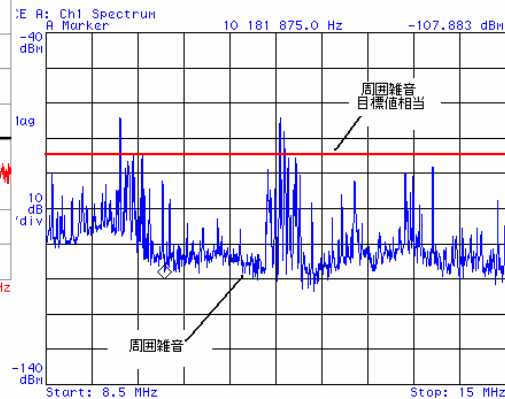
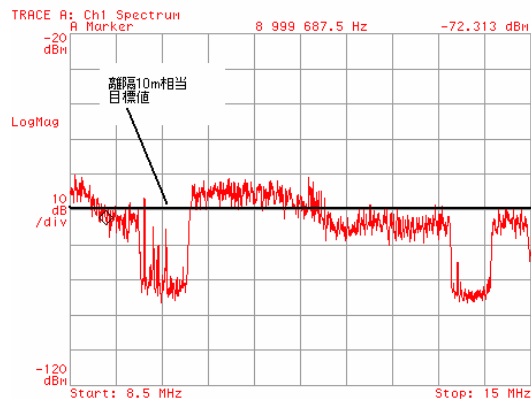


図22  
Nからの漏洩雑音  
8.5~15MHz  
裾野市 測定点A

Date: 08 01 20 Time: 13:46



e: 08 01 20 Time: 14:19

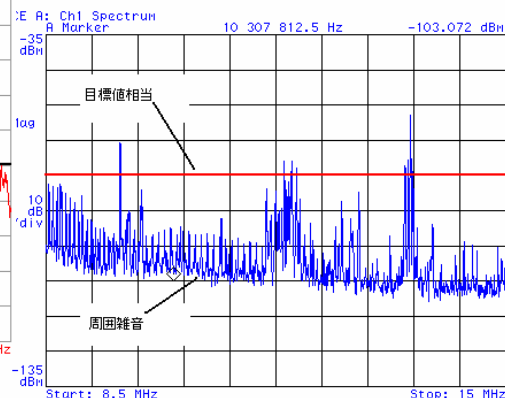
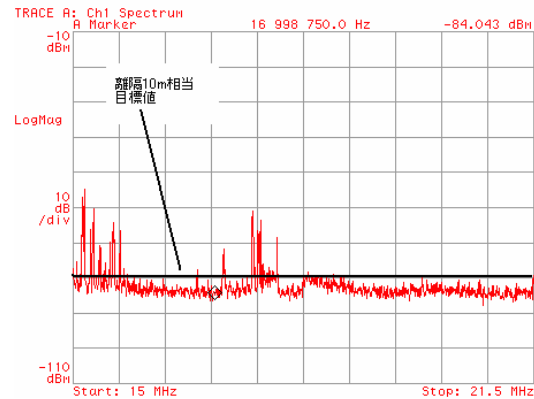


図23  
Nからの漏洩雑音  
8.5~15MHz  
牧之原市 測定点A

# 6-1. HD-PLC方式の漏洩雑音(4)

Date: 08 01 14 Time: 11:56



Date: 08 02 23 Time: 10:44

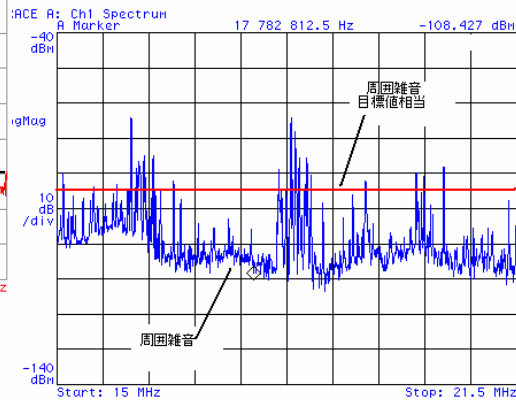
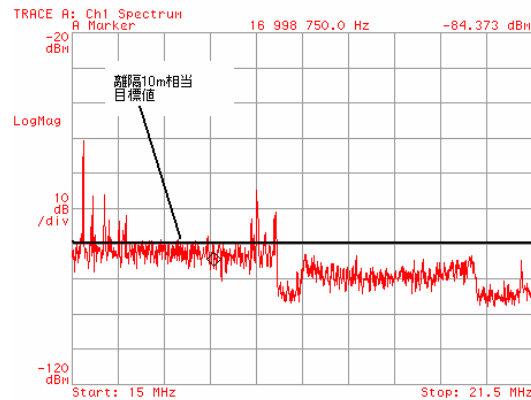


図24

Nからの漏洩雑音  
15~21.5MHz  
裾野市 測定点A

Date: 08 01 20 Time: 13:49



Date: 08 01 20 Time: 14:23

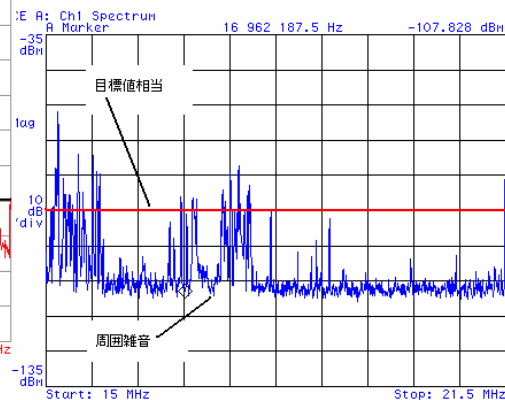


図25

Nからの漏洩雑音  
15~21.5MHz  
牧之原市 測定点A

# 6-2. HomePlug AV1.1方式の漏洩雑音(1)

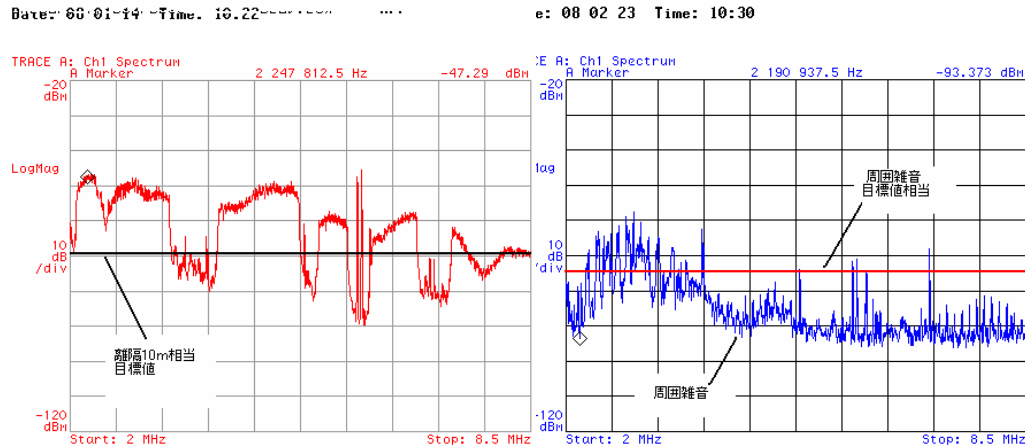


図26  
Sからの漏洩雑音  
2~8.5MHz  
裾野市 測定点A

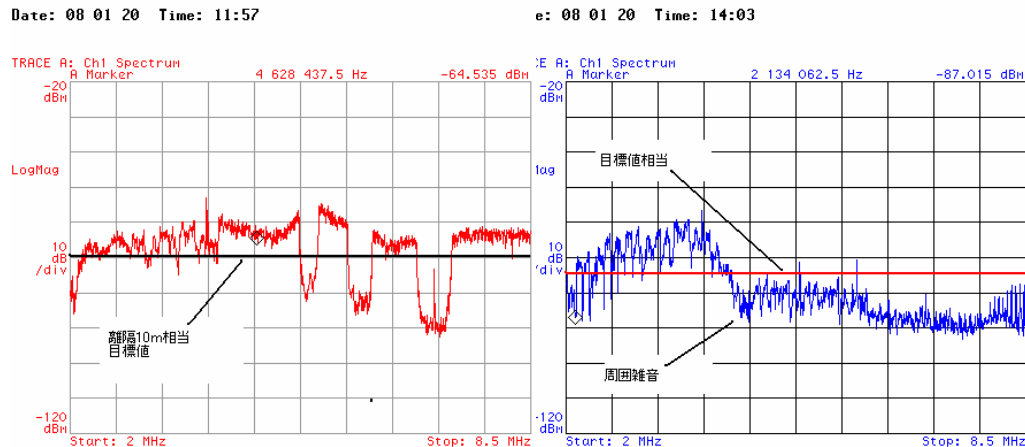


図27  
Sからの漏洩雑音  
2~8.5MHz  
牧之原市 測定点A

# 6-2. HomePlug AV1.1方式の漏洩雑音(2)

Date: 08 01 14 Time: 10:32

TRACE A: Ch1 Spectrum A Marker 10 315 937.5 Hz -79.007 dBm e: 08 02 23 Time: 10:44

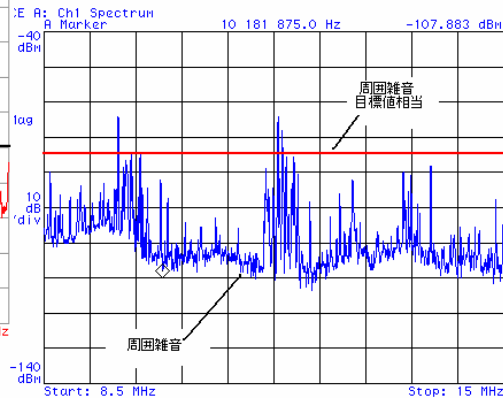
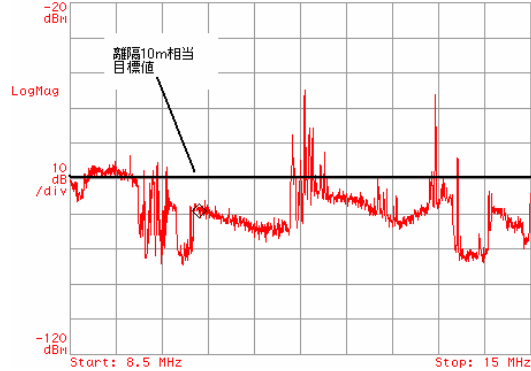


図28

Sからの漏洩雑音  
8.5~15MHz  
裾野市 測定点A

Date: 08 01 20 Time: 12:06

TRACE A: Ch1 Spectrum A Marker 10 299 687.5 Hz -69.966 dBm e: 08 01 20 Time: 14:19

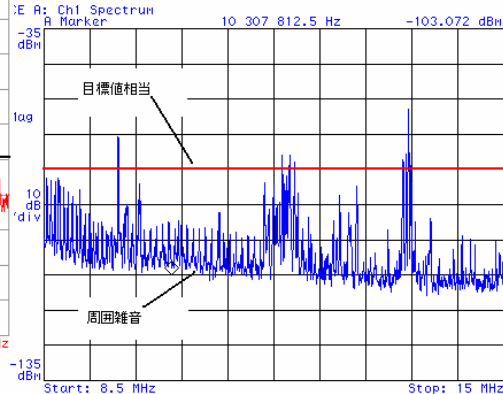
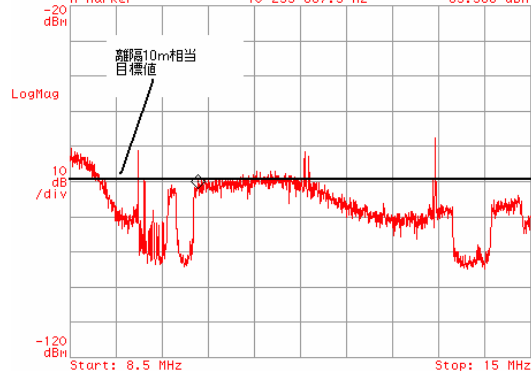
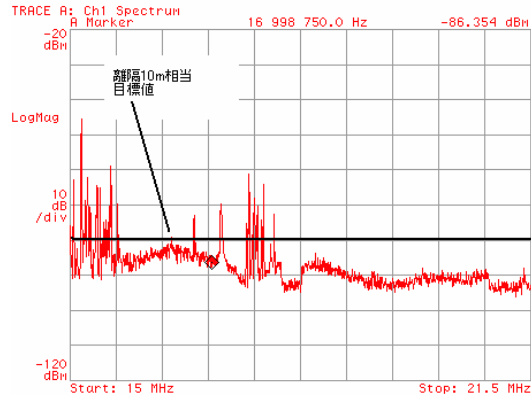


図29

Sからの漏洩雑音  
8.5~15MHz  
牧之原市 測定点A

# 6-2. HomePlug AV1.1方式の漏洩雑音(3)

Date: 08 01 14 Time: 10:37



e: 08 02 23 Time: 10:44

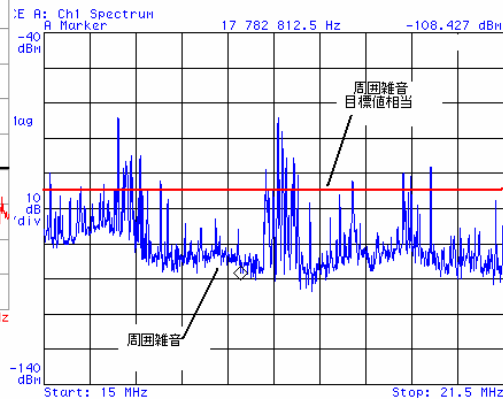
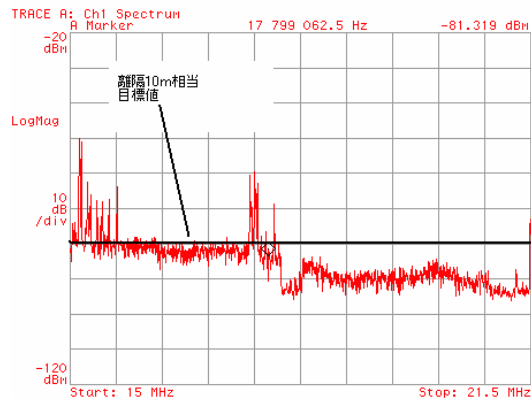


図30  
Sからの漏洩雑音  
15~21.5MHz  
裾野市 測定点A

Date: 08 01 20 Time: 12:09



e: 08 01 20 Time: 14:23

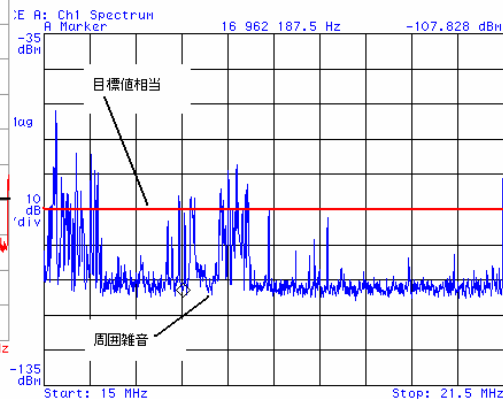
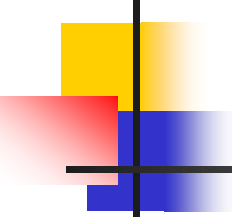


図31  
Sからの漏洩雑音  
15~21.5MHz  
牧之原市 測定点A



---

## 7. PLCモデムからの漏洩電界 及び周囲雑音の測定実験結果 の考察

## 7-1. 周囲雑音測定実験結果の考察

### ●周囲雑音の目標値と実測値の比較

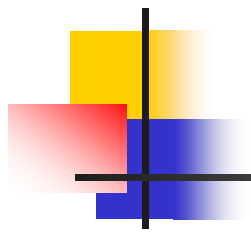
✓ 2～15MHz: 目標値(28dB $\mu$ V/m)より  
実測値は最大33dB低い

✓ 15～30MHz: 目標値(18dB $\mu$ V/m)より  
実測値は最大37dB低い

➡設定した目標値に問題がある事を  
強く示唆

## 7-2. PLC漏洩電界測定結果の考察

- PLCからの漏洩電界は、住宅地域の木造家屋でLCLが、**26dB~56dB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、**最大42dB**高い
  - ✓ 離隔距離30mに於いて、周囲雑音と対比し、**最大32dB**高い
- \* 離隔距離10mに於いて、目標値と対比し、**最大22dB**高い
- \* 離隔距離30mに於いて、目標値と対比し、**最大12dB**高い

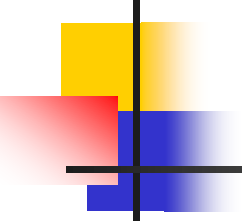


---

## 8. まとめ

- 1) PLCによる漏洩電界の尖頭値については、データ転送時と非転送時の間に有意な差が見られなかった。
- 2) 屋内電力線のコンセントのLCL値が、技術基準が前提とした16dBより10dB以上平衡度が良い場合であっても、漏洩電界強度は、目標値及び今回測定した周囲雑音を大きく越える。
- 即ち、LCLが16dBより良ければ(平衡度が高ければ)コモンモード電流が小さくなるため漏洩電界が周囲雑音より小さくなる、というPLC技術基準の基本的考え方が成り立たない。

- 3) 技術基準が前提とした目標値である周囲雑音は、今回測定した周囲雑音と比較し最大37dB過大である。従って、周囲雑音の測定をし、周囲雑音値を修正する必要がある。
- 漏洩電界強度の許容値規制及びデファレンシャルモード電流許容値規制などが、漏洩電界強度を周囲雑音以下に抑制出来る可能性がある。



# おわり

---