

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Ⅱ

(神奈川県横須賀市内の周囲雑音測定)
(CMI／DMIと漏洩電界測定)

(漏洩電界が周囲雑音以下になるCMI／DMI測定例)
(CMI／DMI進行波電流及び反射波電流測定)

平成20年9月26日

測定実験者:

土屋 正道

櫻井 豊



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」と呼ぶ）からの漏洩電界が周囲雑音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
- 漏洩電界が周囲雑音以下になるCMI/DMIの測定例
- 前回に追加して横須賀市内住宅地及び横須賀市YRP近隣での周囲雑音比較

2. 測定実証実験発表理由説明

- 1) 技術基準による周囲雑音目標値が、
15MHz以下では、 $28\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
15MHz以上では、 $18\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
 - ➡ITU-R P. 372-9を参照しても、住宅環境として妥当性が無い
 - NATOでは、漏洩電界基準 $-15\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満 (絶対防護要求)
- 2) 屋内電力線及びその長さや短波帯並びにデジタル変調方式を使用する関係上、集中定数回路として取り扱っている事の技術的疑問
 - ➡分布定数回路として取り扱うべき、
 - インピーダンス整合を取るべき

- 3) 技術基準のLCL値及びCMI値規定では、漏洩電界が周囲雑音以下にならない。
↳ DMI値の検討の必要性、漏洩電界規定の必要性の為の測定検証
➤ 次の受信障害例からも明らかである(第3項)
- 4) 前回は、研究会発表方法の発表論文の性格として
「(4) 実験結果の報告」であったが、
今回は、
「(2) 理論と実験結果との対照」を、主に発表する

3. PLC漏洩電界による短波放送受信障害例

- HD-PLC方式による
海外日本語放送受信障害例
- 受信場所: 神奈川県厚木市内
住宅地
- 受信アンテナ: DX-1Pro
離隔距離: 10m
- 受信機: 独逸テレフンケン社製
E1800
軍及び業務用VLF・LF・HF帯
全波受信機
IP3 > +40dBm
- [D:¥PLC漏洩電界と雑音¥①HD-PLC & モンゴル短波受信機](#)
[HD.avi](#)

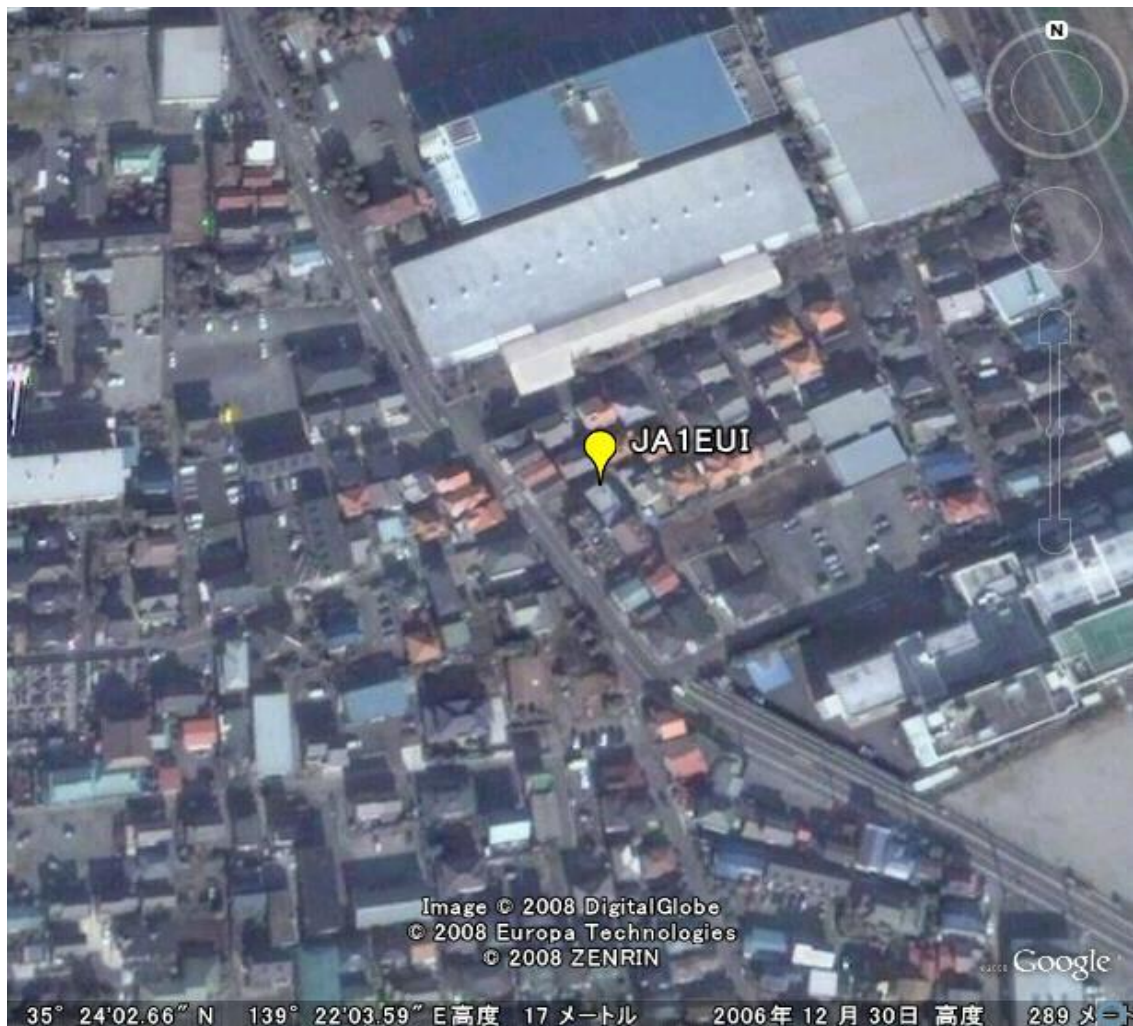


図1. 厚木市受信地点周辺状況

4. 漏洩電界測定及び周囲雑音測定の方法

4-1. 測定ブロックダイアグラム

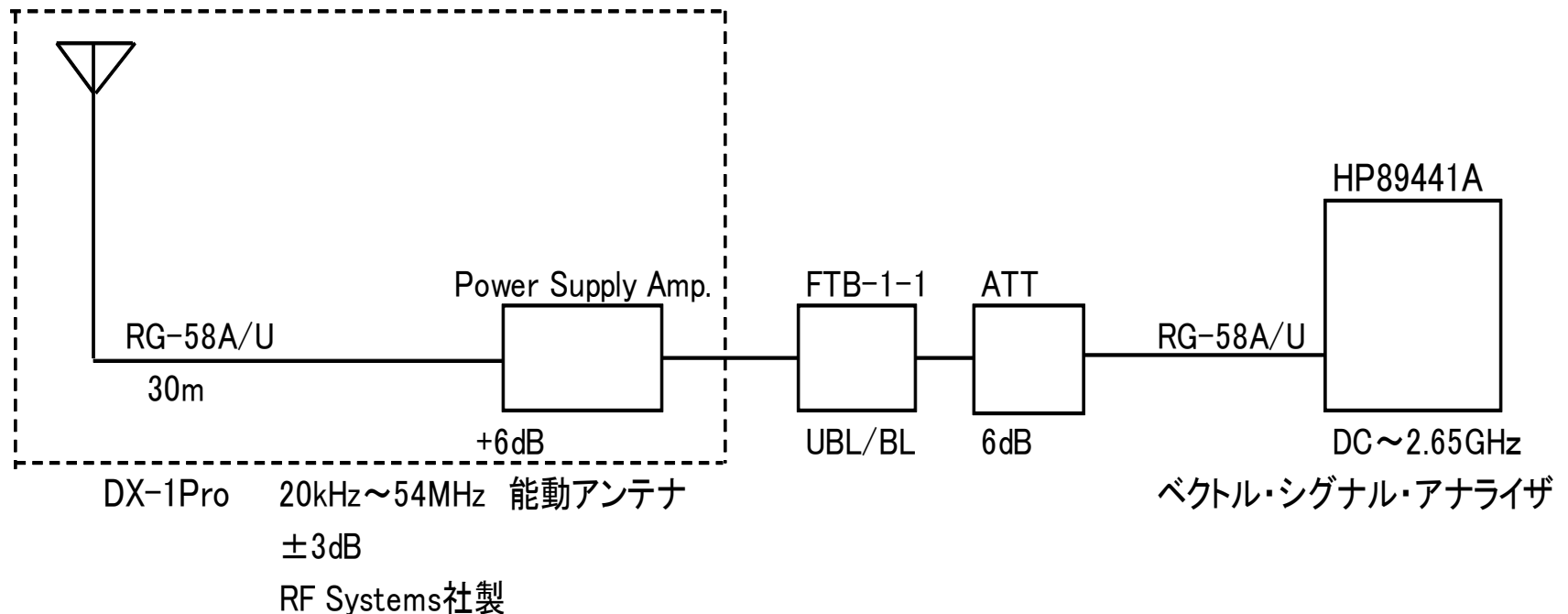


図2. 測定ブロックダイアグラム

5. 周囲雑音測定

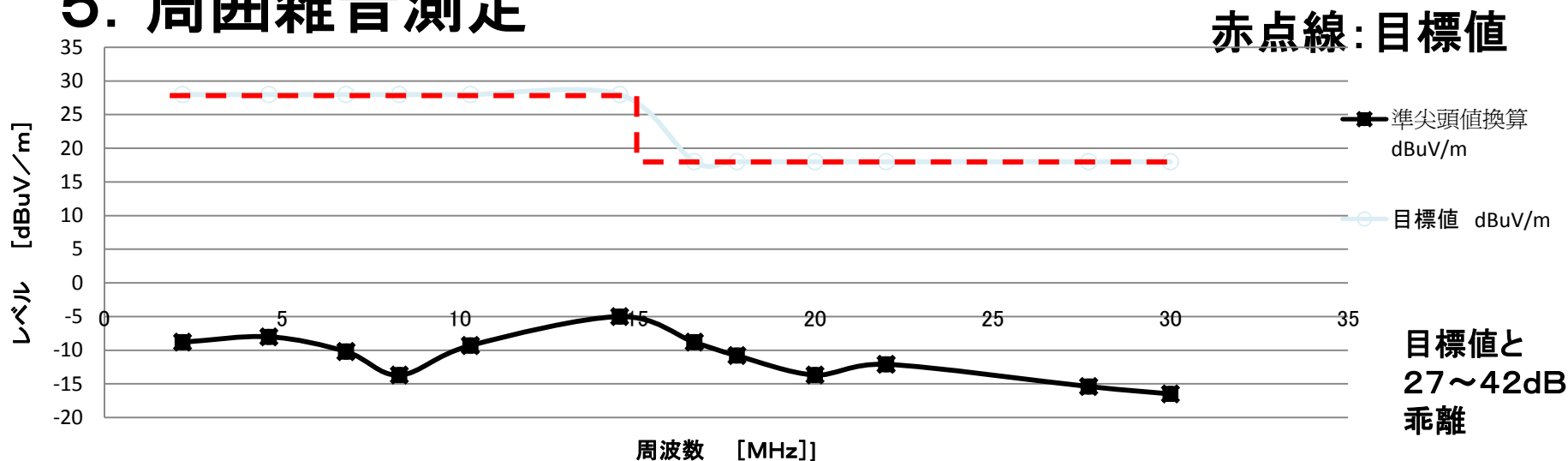
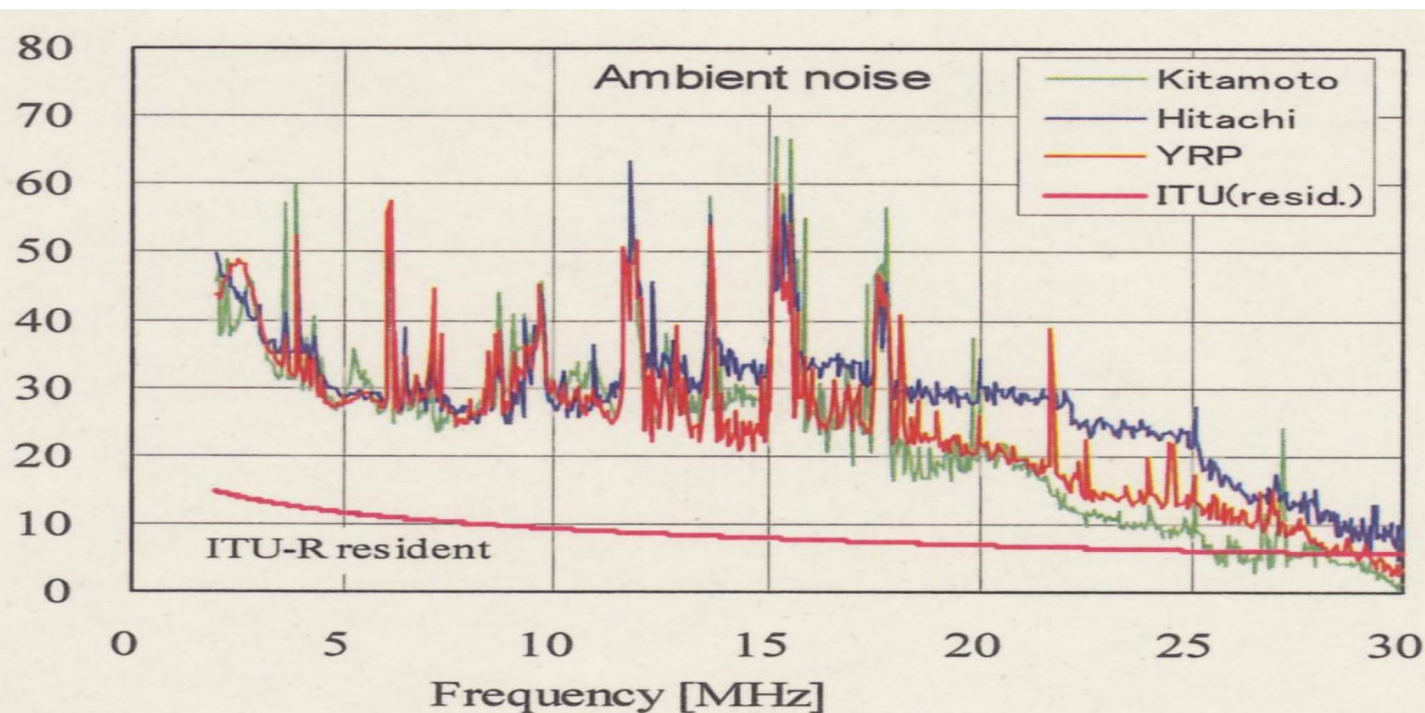


図3. 周囲雑音 横須賀市YRP近隣 駐車場



平成18年情報通信審議会
答申の95頁より抜粋した
周囲雑音測定

但し、実効値測定

図4.

5-1. 周围雑音測定(1) 測定波形(2~8.5MHz)

Date: 08 03 30 Time: 10:34

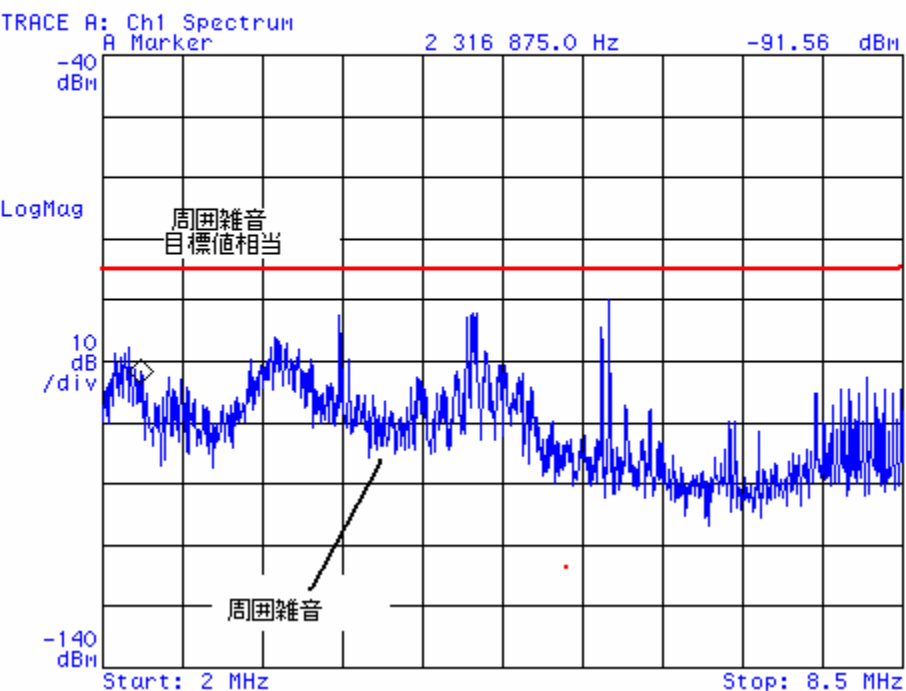


図5. 横須賀市住宅環境1

Date: 08 03 30 Time: 12:12

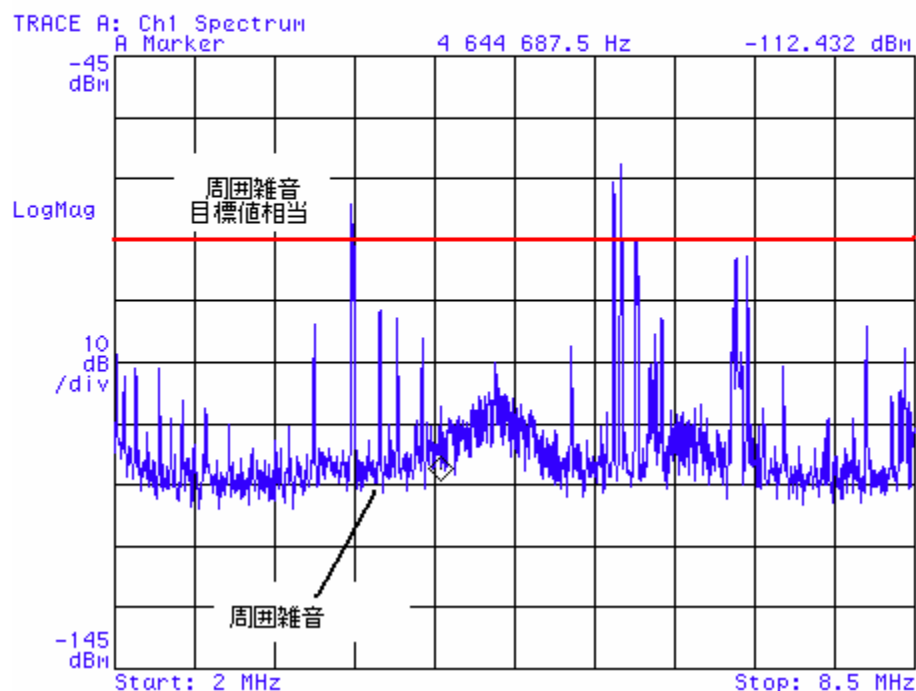


図6. 横須賀市駐車場1

5-1. 周囲雑音測定(2)

測定波形(21.5~28MHz)

Date: 08 03 30 Time: 12:30

Date: 08 03 30 Time: 10:42

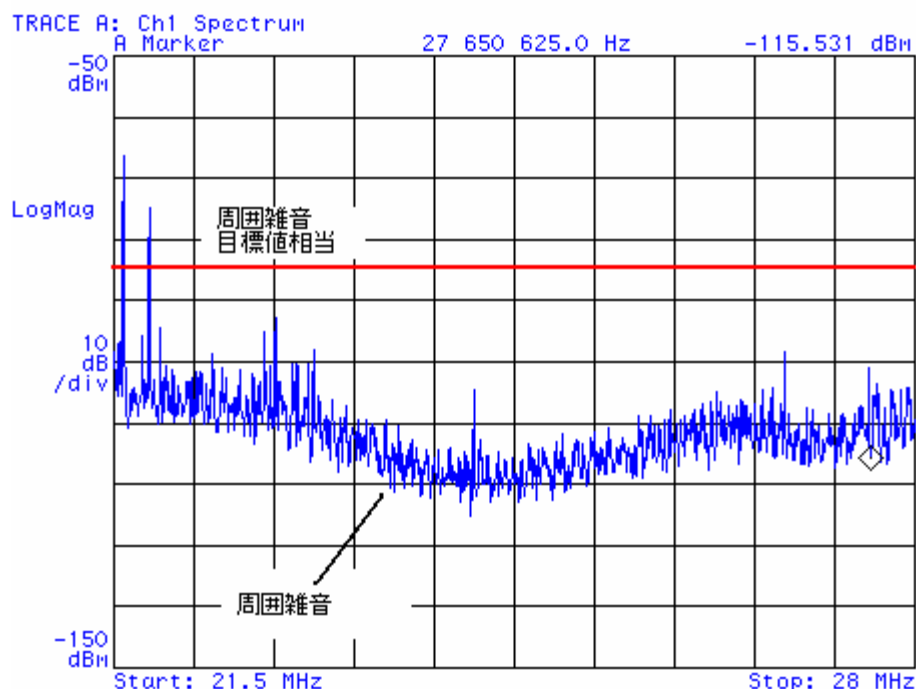


図7. 横須賀市住宅環境2

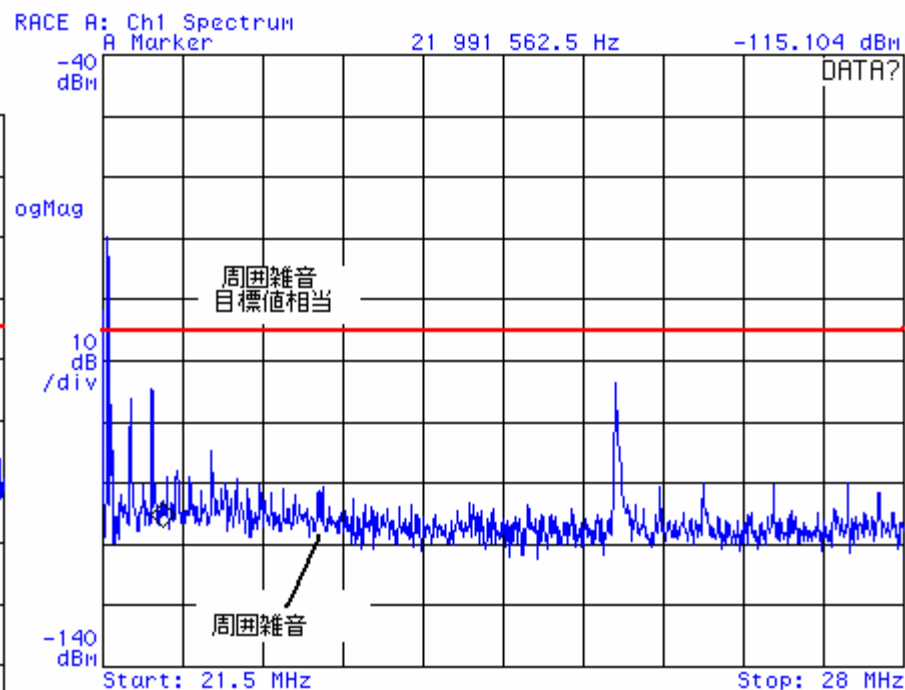


図8. 横須賀市駐車場2

6. PLC漏洩電界強度測定の実験環境

6-1. 横須賀市内住宅概要及び 横須賀市YRP近隣駐車場概要

6-1. PLC漏洩電界強度測定実験の対象家屋横須賀市内及び 周囲雑音測定したYRP近隣駐車場



図9. 木造二階建

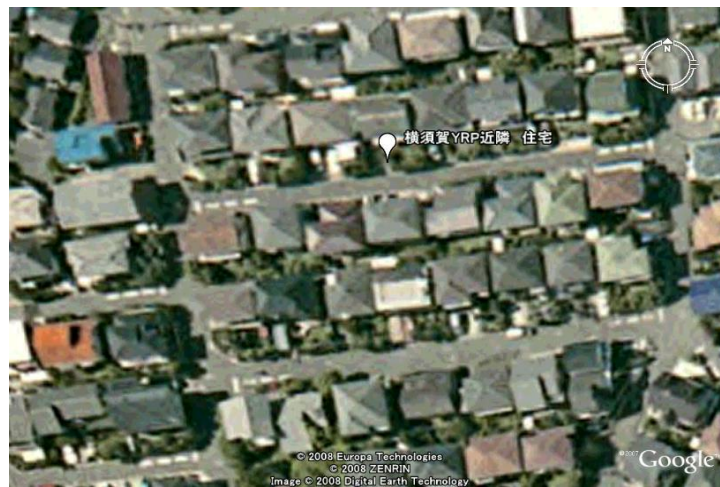


図10. 住宅周辺状況

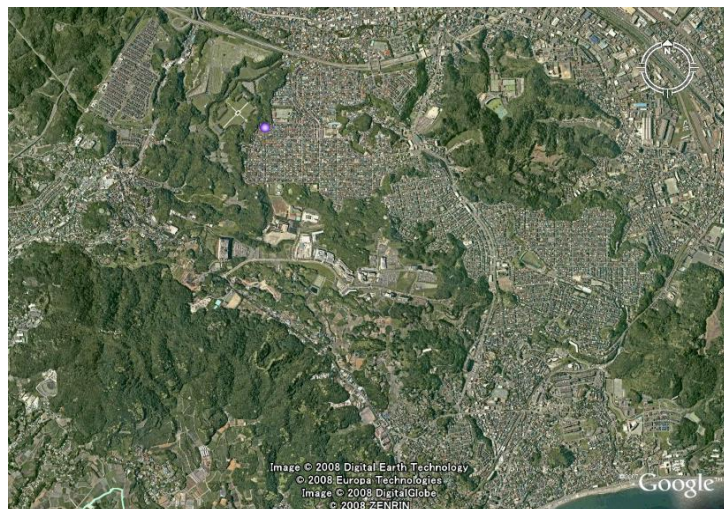
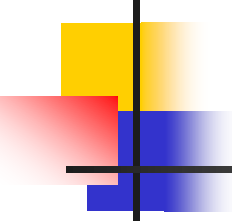


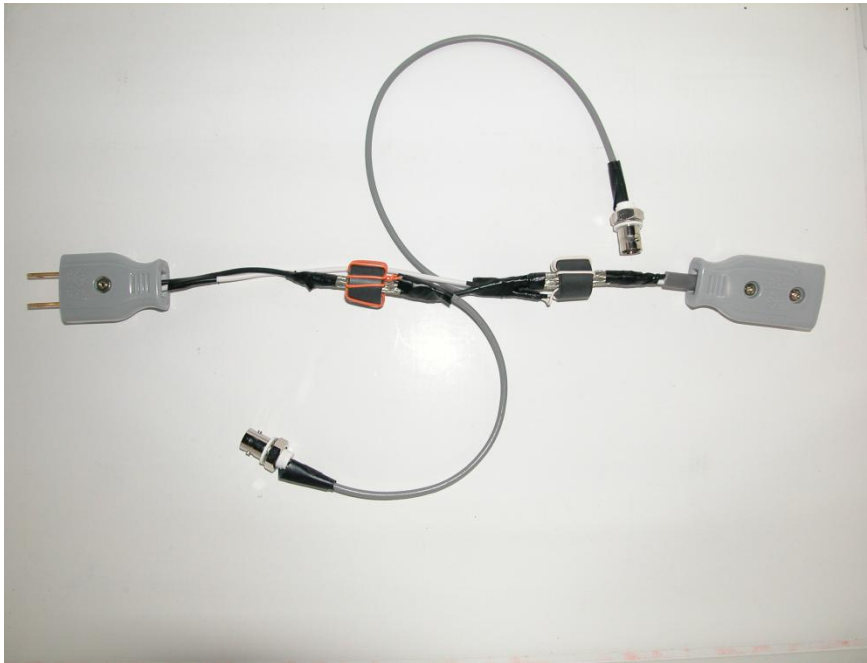
図11. 横須賀市内
YRP近隣駐車場周辺状況



7. CMI及びDMI測定

- 7－1. CMI／DMI測定用治具
- 7－2. CMI／DMI進行波・反射波及び定常電流測定用治具
- 7－3. CMI／DMI及び漏洩電界測定
- 7－4. 進行波・反射波及び定常電流測定

7-1. CMI及びDMI測定実験 測定用治具

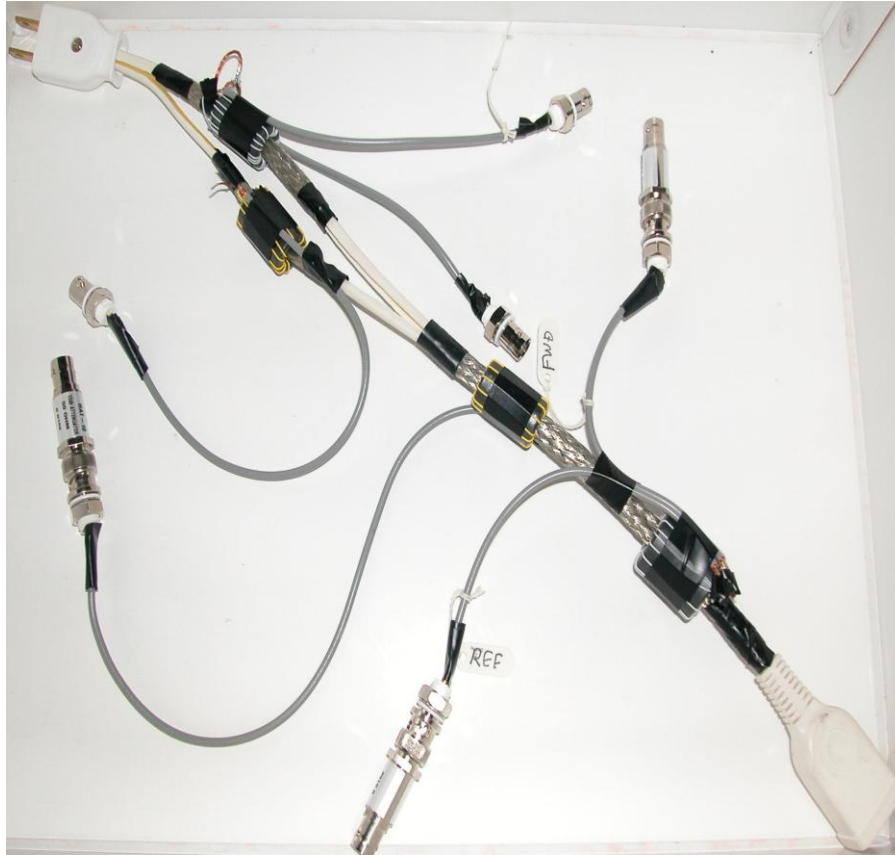


電流測定値は：
CMI／DMI(dB μ A)
= P(dBm) + 90

トミタ電機(株)製のフェライトビーズ
6B2-TRB - 22x14x8を使用
し構成して測定

図14. 17dBコンベンショナル・
トランス型電流カップラ

7-2. CMI/DMI進行波・反射波 及び定常電流測定実験 測定用治具



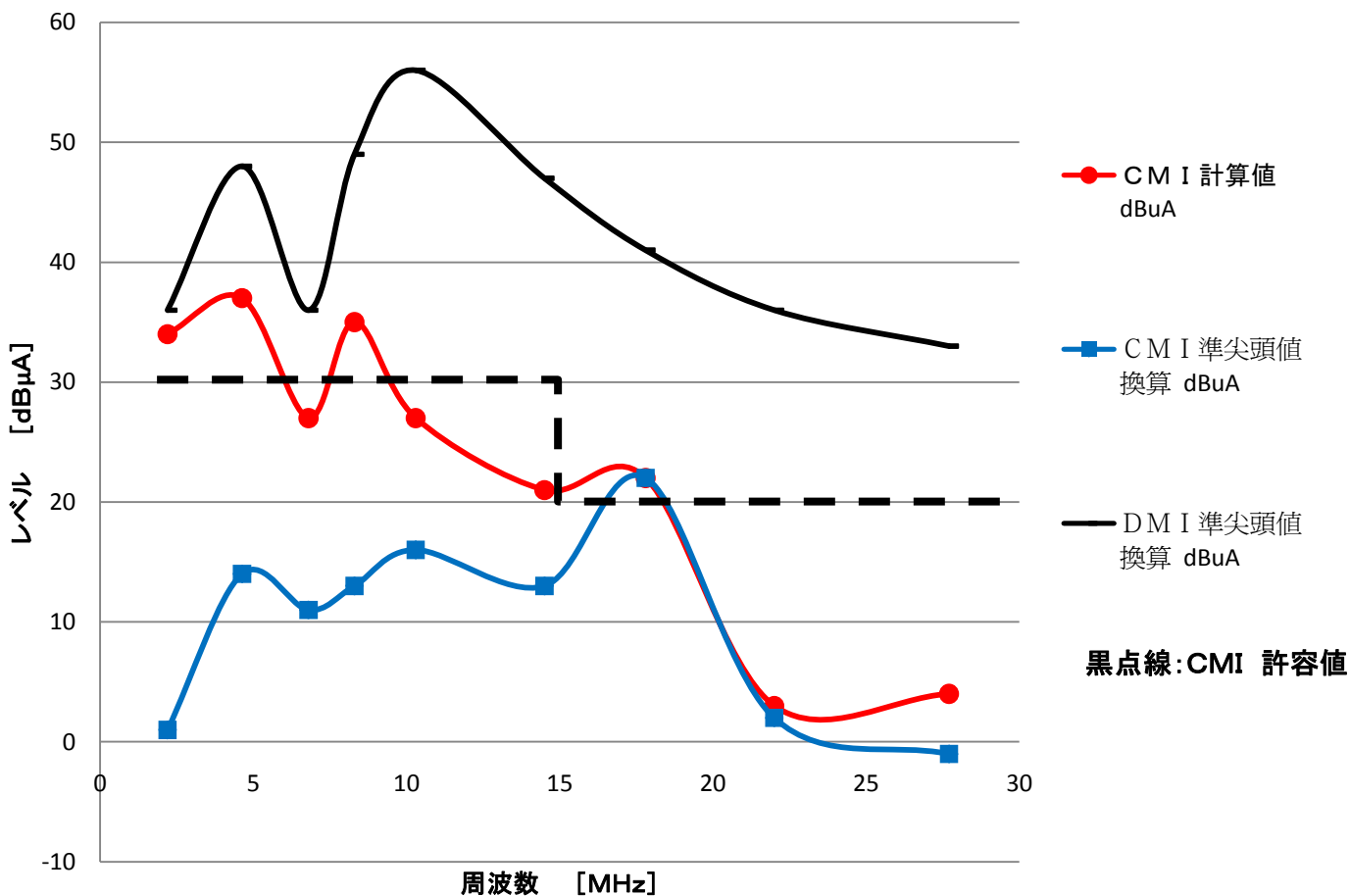
10dBのATT. を併用した
電流測定値は：
 $I(\text{dB}\mu\text{A}) = P(\text{dBm}) + 97$

Fair-Rite社製のフェライ
トビーズ
264300081
2643102002 を使用し
構成して測定

図15. 20dB伝送線路型方向性結合器
及びコンベンショナル・トランス型電流カッ
プラ

- **測定条件**
- **1) LCLプローブを使用し、ISNと同等の設定
LCL=16dB、DMZ=100Ω、CMZ=25Ω**
- **2) 裾野市木造2階建家屋**
- **3) 中2階木造住宅(M2Fと呼ぶ)**

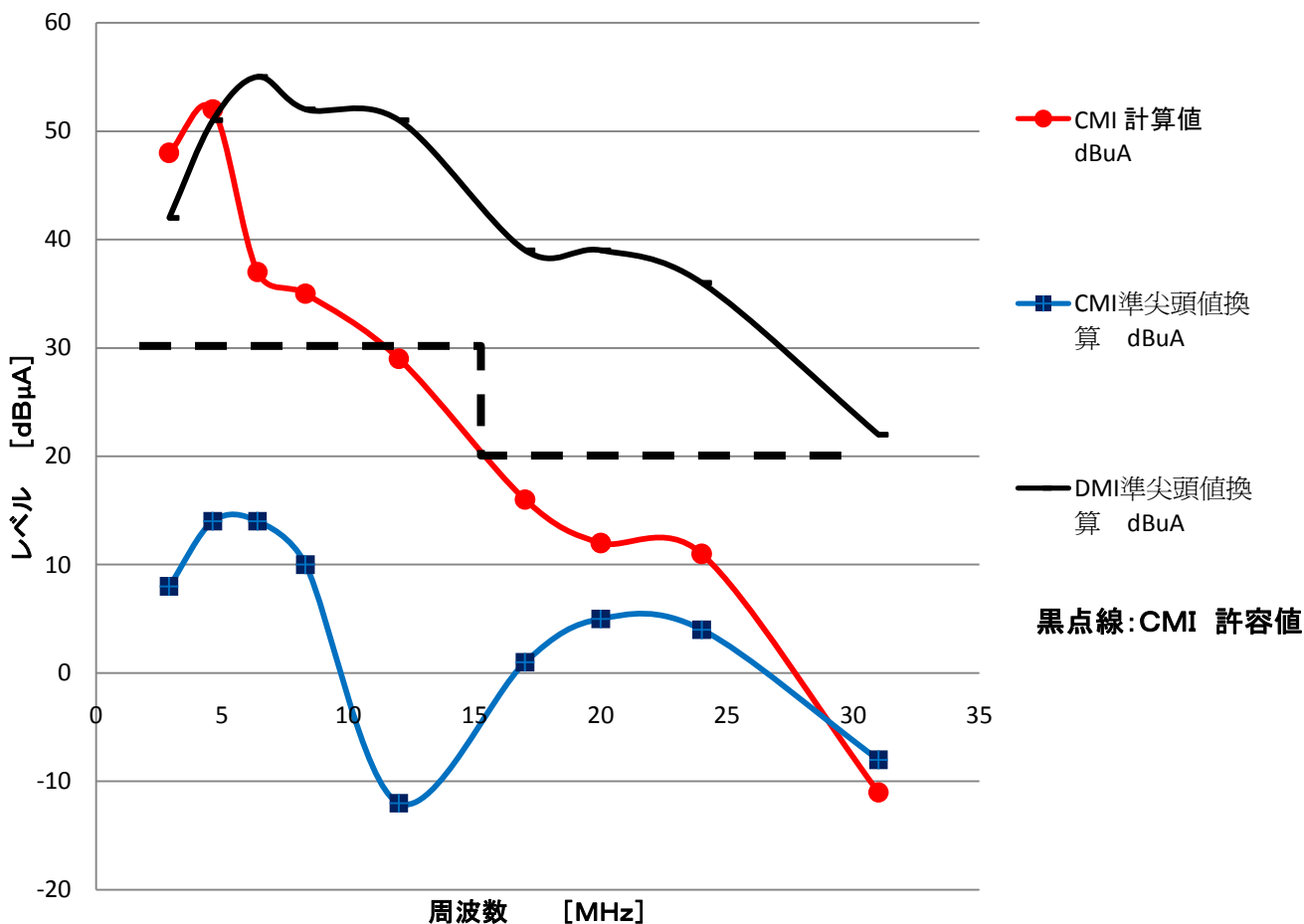
7-3. CMI/DMI測定と漏洩電界測定(1)



- CMI/DMI測定は、被測定家屋での実測結果
- CMI計算値は、技術基準の許容値の算出式による
- CMI計算式に用いた漏洩電界は、被測定家屋での実測結果による

図16. CMI計算値とDMI_CMI比較 PLC_P

7-3. CMI/DMI測定と漏洩電界測定(2)



- CMI/DMI の測定条件:
LCL=16dB
CMZ=25Ω
DMZ=100Ω
- CMI計算式に用いた漏洩電界は、被測定家屋での実測結果による

図17. CMI計算値とDMI_CMI 比較 PLC_N

7-3. CMI/DMI測定と漏洩電界測定(3)

CMI/DMI 測定 PLC_P

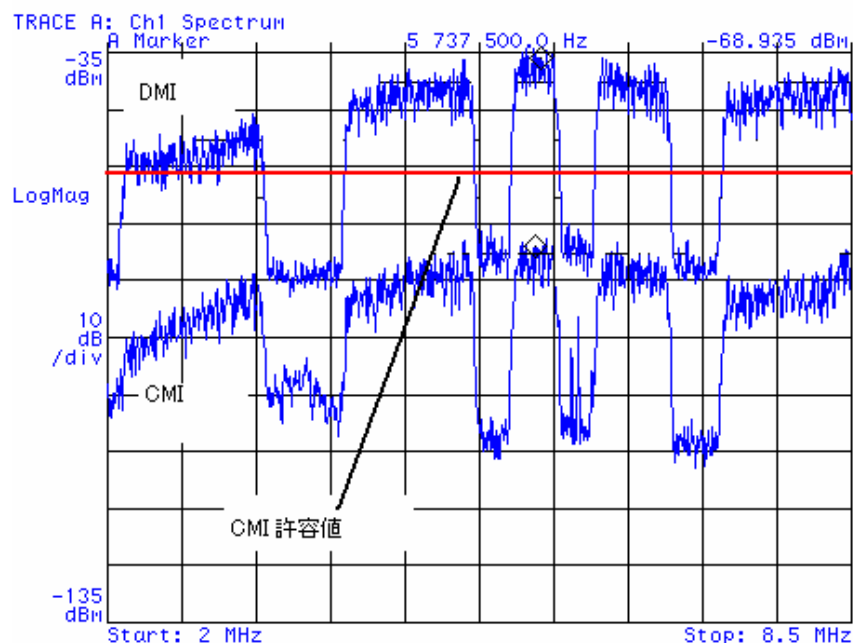


図18. 2~8.5MHz
CMI/DMI 測定

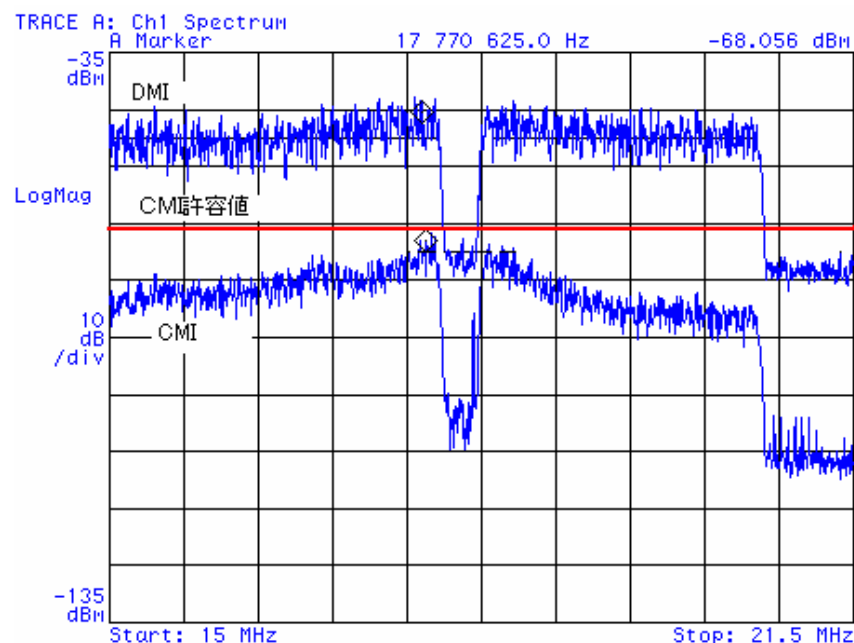


図19. 15~21.5MHz
CMI/DMI 測定

7-3. CMI/DMI測定と漏洩電界測定(4)

28MHz~34.5MHz CMI/DMI及び漏洩電界測定 PLC_N

Date: 08 02 23 Time: 15:27

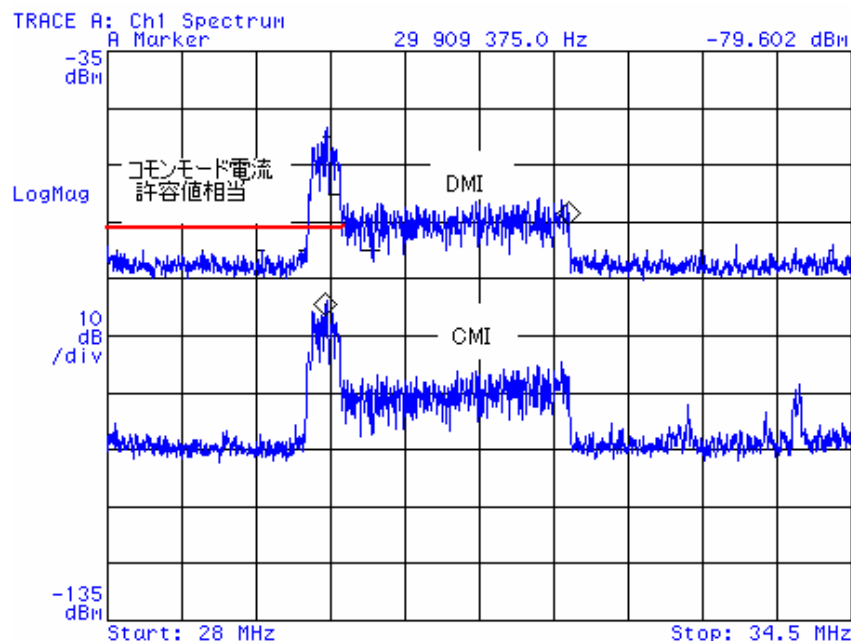


図20. 28~34.5MHz
CMI/DMI 測定

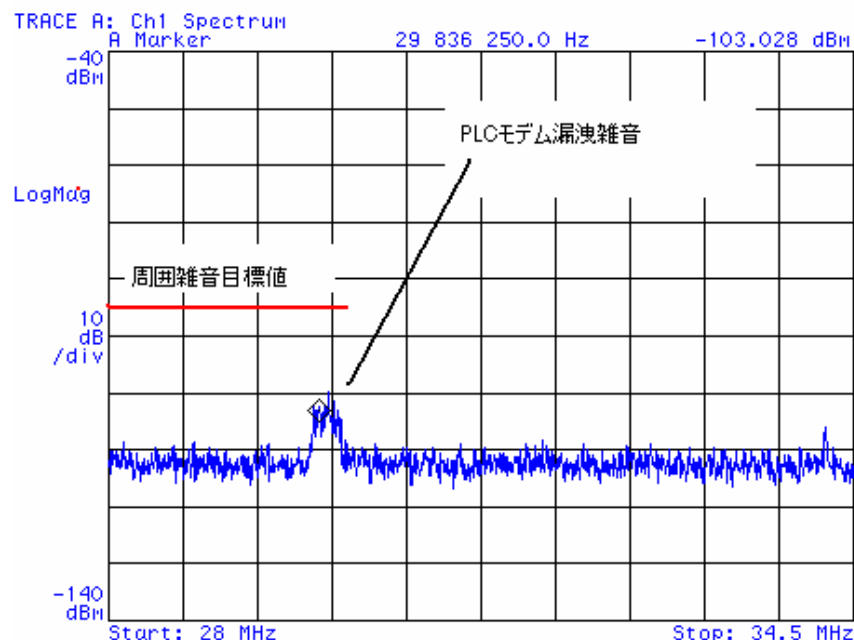


図21. 28~34.5MHz
漏洩電界測定 裾野市

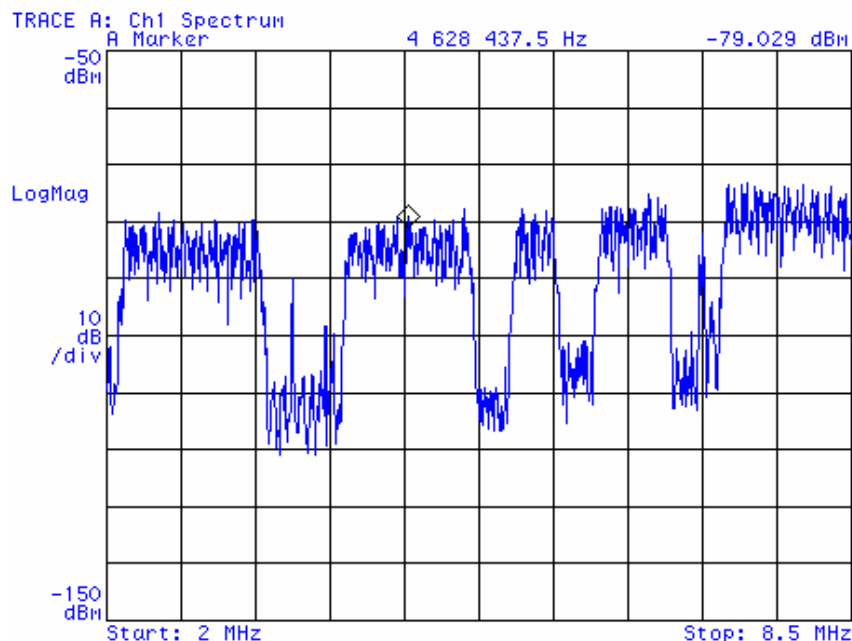
7-4. 進行波・反射波及び定常電流測定(1)

2~8. 5MHz CMI定常電流測定比較 PLC_P

* 最大15dB以上の比較差

図中の赤点線は、CMI許容値

Date: 08 08 10 Time: 21:56



Date: 08 08 10 Time: 23:14

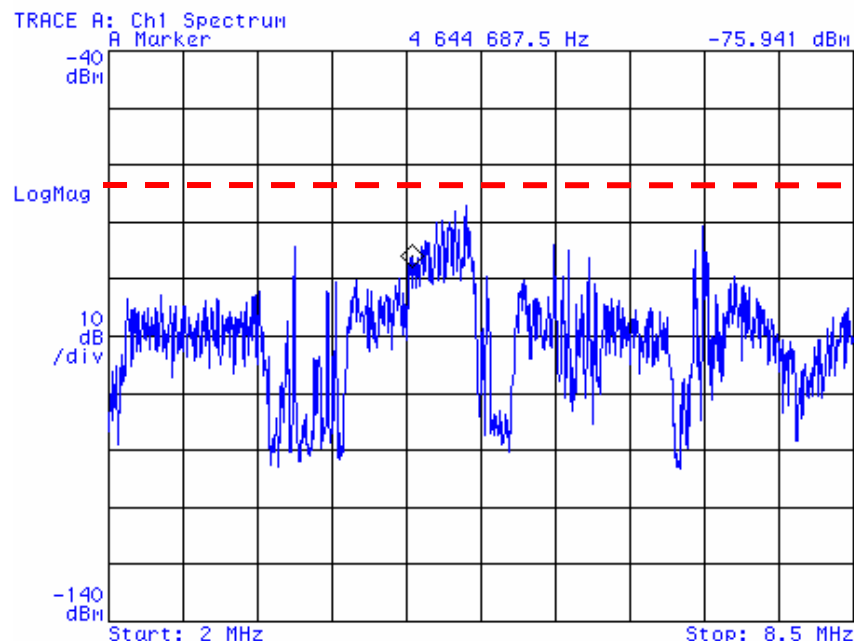


図22. CMI 定常電流測定 ISN同等

図23. CMI 定常電流測定 M2F

7-4. 進行波・反射波及び定常電流測定(2)

15~21.5MHz CMI 定常電流測定 PLC_P

* 最大30dB以上の比較差

図中の赤点線は、CMI許容値

Date: 08 08 11 Time: 16:58

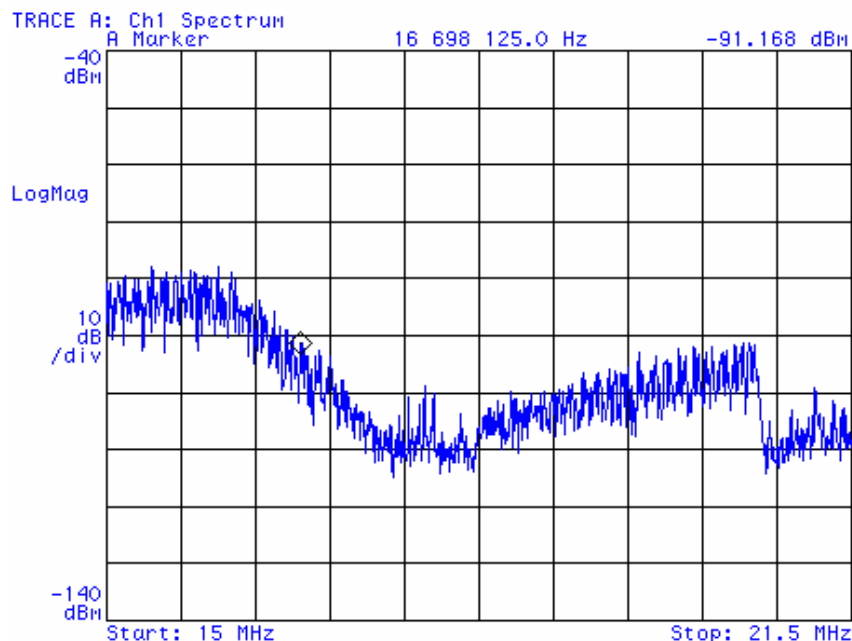


図24. CMI定常電流測定 ISN同等

Date: 08 08 10 Time: 23:11

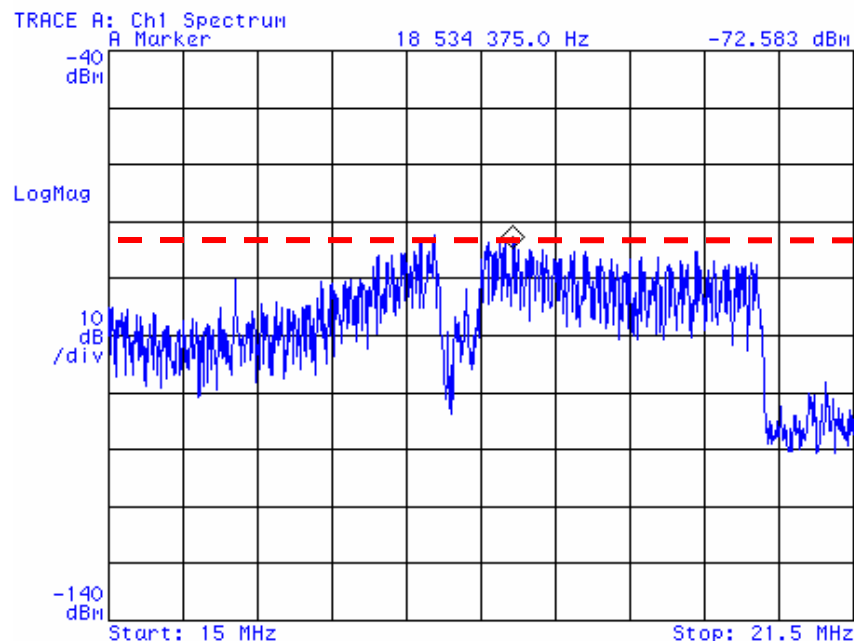


図25. CMI定常電流測定 M2F

7-4. 進行波・反射波及び定常電流測定(3)

21.5~28MHz CMI 定常電流測定 PLC_P

* 最大20dBの比較差

図中の赤点線は、CMI許容値

Date: 08 08 10 Time: 23:10

Date: 08 08 10 Time: 22:30

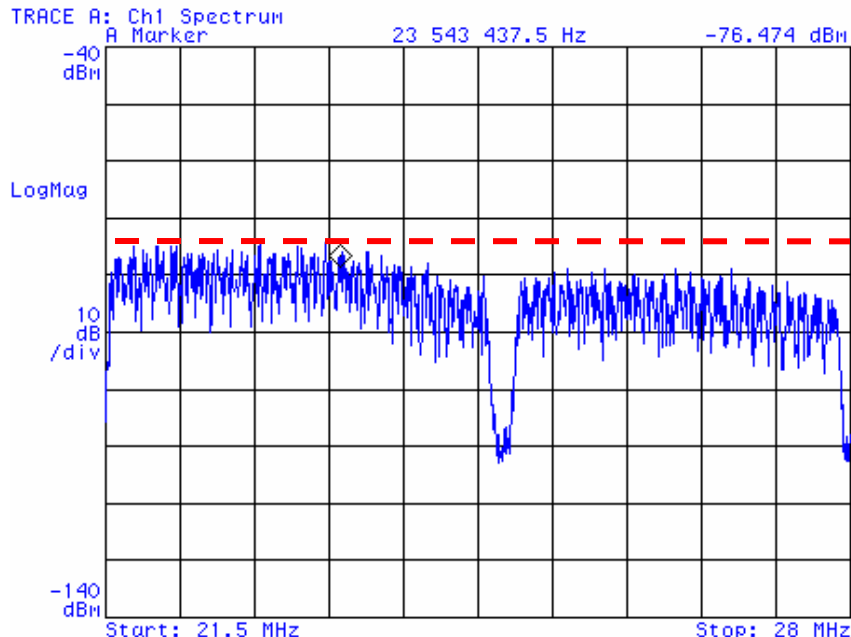
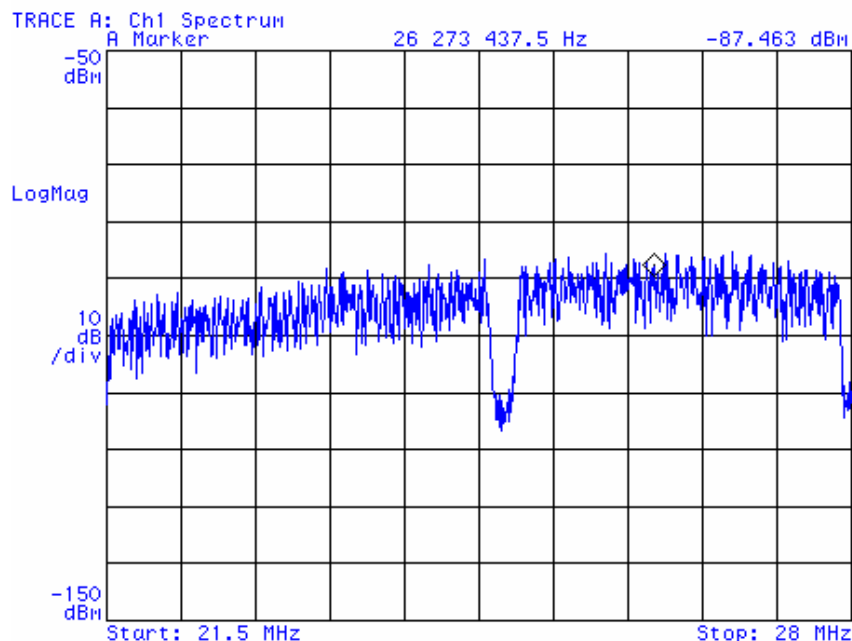
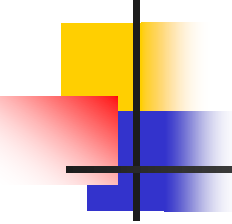


図26. CMI定常電流測定 ISN同等

図27. CMI定常電流測定 M2F



8. PLCモデムからの漏洩電界 測定実験結果の考察

8-1. 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 μ V/m)より
実測値は最大33dB低い

YRP近隣の駐車場では、最大42dB低い

✓ 15～30MHz: 目標値(18dB μ 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

8-2. CMI／DMIと漏洩電界測定結果の考察

- 技術基準のCMI許容値の算出式： $I_{com}(dB\mu A) = E_p(dB\mu V/m) + L(dB) + A(dB) - Z(dB(\Omega/m)) + K(m)$
- 図16及び図17より、技術基準に示すCMIと漏洩電界との理論関係式が、実測値に於いては成り立たない。
DMI と漏洩電界に付いて、理論関係式を立案する事が、実測値に於いて困難な事を示唆する。
- 図20及び図21より、この被測定家屋では、
30～32MHzに於ける
CMIが $-9dB\mu A$ 、DMIが $21dB\mu A$ の場合、
離隔距離5mでの漏洩電界は、
図21の $DANL = -10dB\mu V/m$ になる。

- 周囲雑音レベルをNATOのRTO技術報告による絶対防護要求である漏洩電界基準と同様な
－15dB μ V/m未満と仮定した場合及び
離隔距離10mに換算した場合、

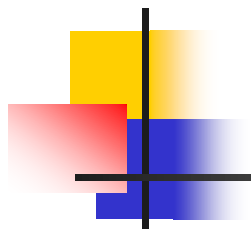
この被測定家屋に於ける
CMIは－8dB μ A未満、
DMIは 22dB μ A未満となる。

- 但し、
複数のPLCモデムを使用した場合の累積効果9dBと
日本の一般的な住宅事情より離隔距離5mとすると、
この被測定家屋では、
CMIは－23dB μ A未満、
DMIは 7dB μ A未満となる。

➡漏洩電界の許容値規定の必要性を示唆

8-3. 進行波・反射波及び定常電流 測定結果の考察

- 図22～図27を考察する事により、オームの法則に基づいて判定出来る様に、PLCモデムとISNと同等にした条件とのインピーダンス整合が取れていない事は明らかとなる。即ち、PLCモデムの動作インピーダンスは、ISNと同等にした条件を上回る事になっている。
- 従って、PLCモデムの動作インピーダンスは、技術基準を前提としたCMZの 25Ω 又はその値未満、DMZの 100Ω 又はその値未満にする必要がある



9. まとめ

- 1) PLCモデムによる漏洩電界の尖頭値は、データ非伝送状態とデータ伝送状態間に有意差が無い。
- 2) 屋内電力線のコンセントのLCL値が、技術基準を前提とした16dBより9B以上平衡度が良い場合(25dB~56dB)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。
- 3) コモンモード電流(CMI)が技術基準を満足しても、漏洩電界は目標値から最大24dB超え、且つ測定した周囲雑音から最大41dB超える。従って、LCL及びCMIと漏洩電界の間には因果関係が認められないと判断出来る。

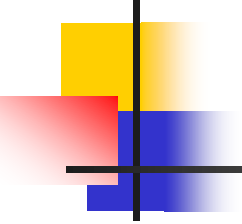
- 即ち、LCLが16dBより良ければ(平衡度が高ければ)コモンモード電流が小さくなるため漏洩電界が周囲雑音より小さくなる、というPLC技術基準の基本的考え方が成り立たない。
- 4) 技術基準が前提とした目標値である周囲雑音は、今回測定した周囲雑音と比較して16dB～42dB過大である。
従って、周囲雑音の測定をし、周囲雑音目標値を下方修正する必要がある。

- 5) 今回測定を実施した家屋において、CMIは $-8\text{dB}\mu\text{A}$ 未満、DMIが $20\text{dB}\mu\text{A}$ 未満の条件であれば、離隔距離 10m に於いての漏洩電界は、 $-15\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満の周囲雑音レベルになる可能性を示唆する。

従って、複数のPLCの累積効果 9dB を考慮し、且つ日本の住宅事情より離隔距離 5m に於いての漏洩電界は、CMIは $-23\text{dB}\mu\text{A}$ 未満、DMIが $7\text{dB}\mu\text{A}$ 未満の条件であれば、 $-15\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満の周囲雑音レベルになる可能性を、被測定家屋に於いて示唆する。

➡漏洩電界の許容値規定の必要性を示唆

- 6) 進行波電流、反射波電流及び定常電流との比較により、PLCモデムの動作時の内部インピーダンスは、技術基準が前提としたCMZが 25Ω 又はその値未満、DMZが 100Ω 又はその値未満である事が必要である。
- 日本のPLCが、短波帯に於ける通信・放送と共存する為には、技術基準を見直し、PLCモデムからの漏洩電界を真に周囲雑音以下になる様に修正すべきである事を提案する。



おわり
