

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 よる受信障害に関する実験報告

実施年月日: 2007年7月21日 ~ 22日

実施場所: 千葉県成田市

実験実施者:

青山 貞一

草野 利一

松嶋 智

鷹取 敦

1. 実験の目的

本実験の主たる目的は、PLCの漏洩電界による短波帯における受信障害の実態を把握することにある。

2. 実験の概要

- (1) アマチュア無線使用周波数周辺におけるPLCからの漏洩電界による受信障害状況の把握調査(映像、音響)
2.8, 2.1, 1.8, 1.4, 1.0, 0.7 MHz
- (2) 緊急災害時の非常通信周波数におけるPLCからの漏洩電界による受信障害状況の把握調査(映像、音響)
4.630 MHz
- (3) 短波帯商業放送周波数におけるPLCからの漏洩電界による受信障害状況の把握調査(映像、音響)
17.635, 17.605, 21.790, 6055 MHz
- (4) 短波帯(2 ~ 30 MHz)ににおけるPLCからの漏洩電界による受信障害状況の把握(映像、画像)
- (5) アマチュア無線局の送信電波によるPLCモデムへの影響の調査

3. 受信障害実験の前提条件

3 - 1 実験対象PLC

パナソニックコミュニケーションズ社製、BL - PA100、指定番号HT-06001号

光ネットワークス株式会社製、CNC - 1000, 第CT - 07008号

ロジテック株式会社製、LPL - TX, 第AT - 07006号

3 - 2 受信装置(詳細は別途参照)

アイコム社製、IC765-pro、予備装置、八重洲社製MP2000

3 - 3 受信アンテナシステム(位置関係は別途)

28MHz 27m高 8エレメント八木アンテナ

21MHz 8m高 6エレメント八木アンテナ

18MHz 23m高 4エレメント八木アンテナ

14MHz 35m高 8エレメント八木アンテナ

10.1MHz .. 23m高 4エレメント八木アンテナ

7MHz 33m高 4エレメント八木アンテナ

短波帯の商業放送 上記アンテナ又は3m高 ロングワイヤーアンテナ

3 - 4 実験ケース

(1) アマチュア無線帯周辺周波数

Data#	PLC	受信 周波数 (MHz)	Mode	PLC動作状況			備考
				稼働	アイドル	無接続	
001-003	パナソニックC製	7.570	AM	○	○	○	
004-006		10.200	AM	○	○	○	
007-009		14.523	AM	○	○	○	
010-012		18.280	AM	○	○	○	
013-015		21.607	AM	○	○	○	
016-018		27.830	AM	○	○	○	
019-021	光ネットワークス製	7.608	AM	○	○	○	
022-024		10.320	AM	○	○	○	
025-027		14.642	AM	○	○	○	
028-030		18.400	AM	○	○	○	
031-033		21.748	AM	○	○	○	
034-036		27.830	AM	○	○	○	
037-039	ロジテック製	7.773	AM	○	○	○	
040-042		10.620	AM	○	○	○	
043-045		14.700	AM	○	○	○	
046-048		18.500	AM	○	○	○	
049-051		21.920	AM	○	○	○	
052-054		27.700	AM	○	○	○	

(2) アマチュア無線・緊急災害時用非常通信周波数

Data#	PLC	受信周波数 (MHz)	Mode	PLC動作状況			備考
				稼働	アイドル	無接続	
070-072	ロジテック	4.630	AM	○	○	○	
073-075	光ネットワークス	4.630	AM	○	○	○	
076-078	パナソニックC	4.630	AM	○	○	○	

(3) 短波帯の商業放送

Data#	PLC	受信周波数 (MHz)	Mode	PLC動作状況			備考
				稼働	アイドル	無接続	
070-072	ロジテック	17.635	AM	○	○	○	ロシア語
073-075	光ネットワークス	17.635	AM	○	○	○	
076-078	パナソニックC	17.635	AM	○	○	○	
070-072	ロジテック	17.605	AM	○	○	○	中国語
073-075	光ネットワークス	17.605	AM	○	○	○	
076-078	パナソニックC	17.605	AM	○	○	○	
079-081	ロジテック	21.790	AM	○	○	○	
082-084	光ネットワークス	21.790	AM	○	○	○	
085-087	パナソニックC	21.790	AM	○	○	○	
088-090	ロジテック	6.055	AM	○	○	○	ラジオ日経
091-093	光ネットワークス	6.055	AM	○	○	○	
094-096	パナソニックC	6.055	AM	○	○	○	

(4) 2 ～ 30MHzスペアナ分析

Data#	PLC	受信周波数(MHz)	Mode	PLC動作状況			
				稼働	アイドル	無接続	
055-057	パナソニックC	2-30MHz		○	○	○	
058-060	光ネットワークス	2-30		○	○	○	
061-063	ロジテック	2-30		○	○	○	

4. 受信障害実験 の場所及び使用装置等

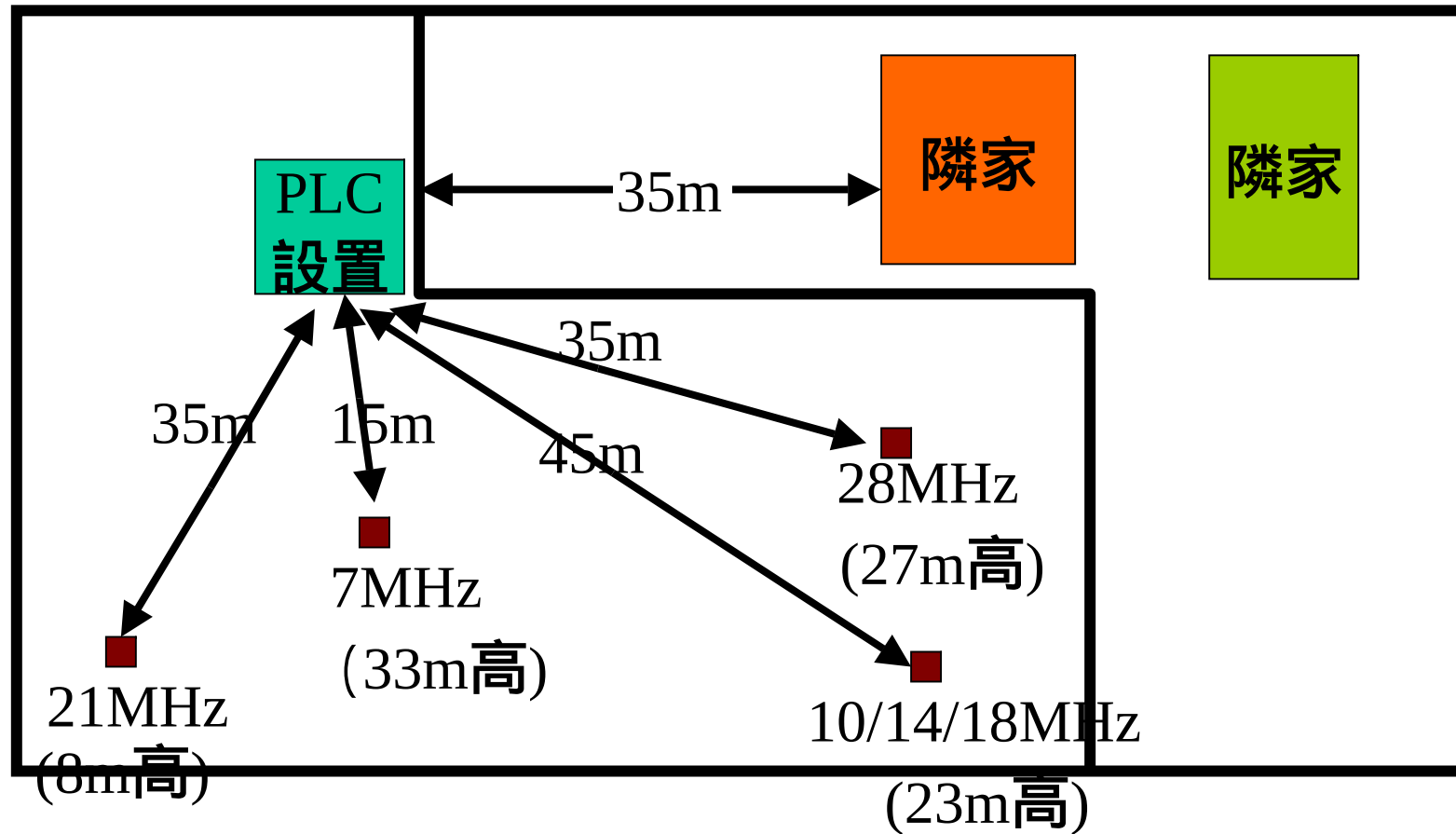
4 - 1 実験対象家屋(成田市)木造2階



4 - 2 受信用アンテナシステム全景



4 - 3 各設備の位置関係図



註: 測定用電子通信機器の100V交流電源は隣家から
引き込んでいる。

註: 実験場所は千葉県成田市大栄

4 - 4 実験、受信用アンテナシステム詳細



映像・音声



4 - 5 実験用標準アンテナ



PLC実験中(ノートパソコン)



受信用ループアンテナ



4 - 6 スペアナ設備



映像・音声



・スペアナ: NEC SpeCat²

実験状況を映像として収録



PLC実験用クライアントシステム



PLC実験用FTPクライアントサーバー調整



4 - 7 実験のための FTPサーバー及び クライアントの設定

4 - 8 実験対象



映像・音声



註1 • 直交周波数分割多重方式(OFDM方式)

高速フーリエ変換、ウェーブレット変換を利用した物がある。
後者は前者に比べてサイドローブを低減でき、伝送効率がよい性質を持つ。
しかし、コモンモードノイズが発生しやすく、精密機器や無線機器への悪影響が懸念されている。

註2 • スペクトラム拡散変調方式(SS方式)

OFDM方式よりも速度が劣るが、ノイズの影響による速度低下を軽減させることができる。また、エネルギーが広い周波数帯域に拡散しているために、他の機器に対する影響も少ない。

註3 • 離散的な多周波数(DMT方式)

xDSLなどで使用されている変調方式。

PLC実験映像・音声記録装置



デジタルビデオカメラ装置



4 - 9 実験結果の 映像及び音声としての 記録設備



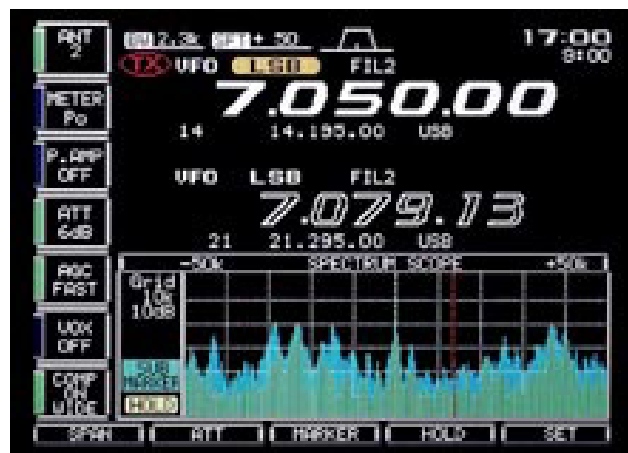
4 - 10 受信システム



アイコム社製 IC756pro



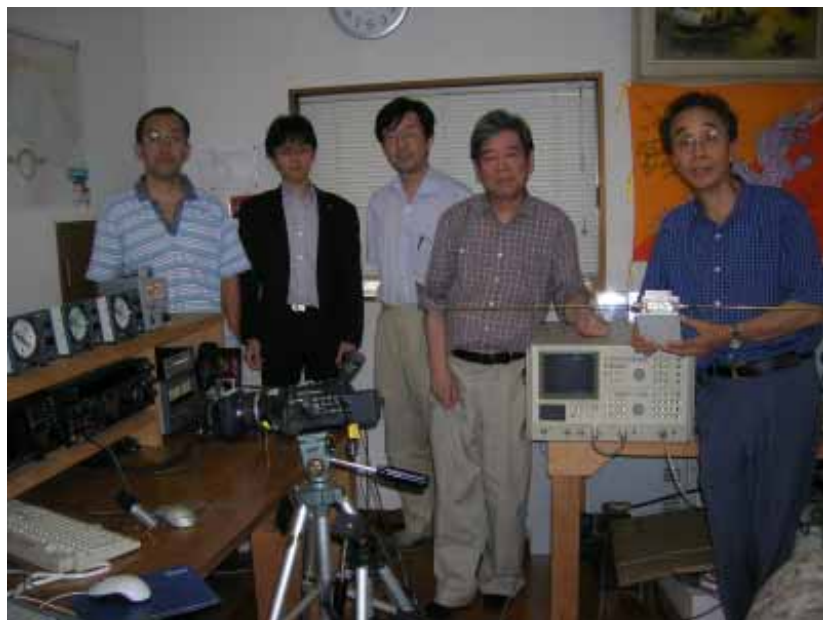
映像・音声



画面表示システム



4 - 11 実験状況



5 . 実験結果 (1)

PLCからの漏洩電界 による受信障害 ～ 主なケース ～

5 - 1 測定実験結果の見方



受信周波数
(中心周波数)

バンド
スコープ

縦軸 1 目盛 = 10 dB

本実験では、横軸 1 目盛 5 kHz
中心周波数から上下それぞれ
25 kHz 幅

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

5 - 2 実験結果

14MHz近傍周波数(14.523MHz、ノッチ外側)

対象PLC:パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100、HT-06001号

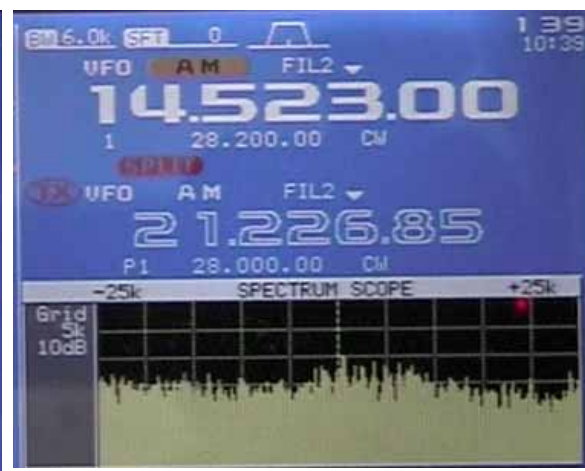
(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中 (待ち受け中)



(3) PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べパルス性の
雑音が増加している。

(1)に比べ20～30dB
高い甚大な雑音が
発生している。

の詳細結果 対象PLC:、BL-PA100、HT-06001号

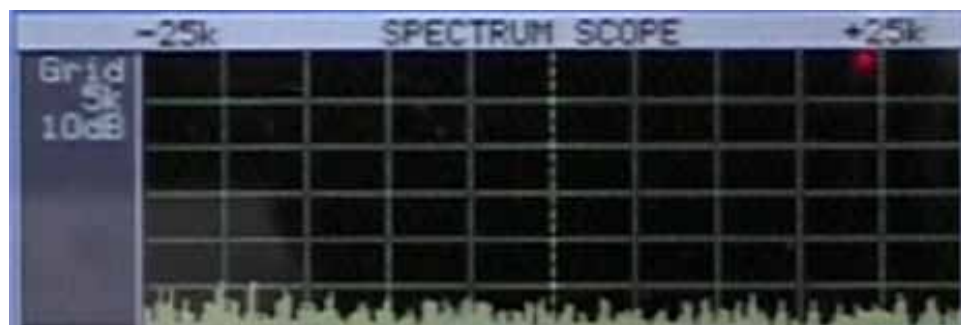
PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べ20 ~ 30 dB
高い甚大な雑音が
発生している。

} 30 dB } 40 dB

PLC無接続状態



使用受信機器:アイコム社製 IC756Pro

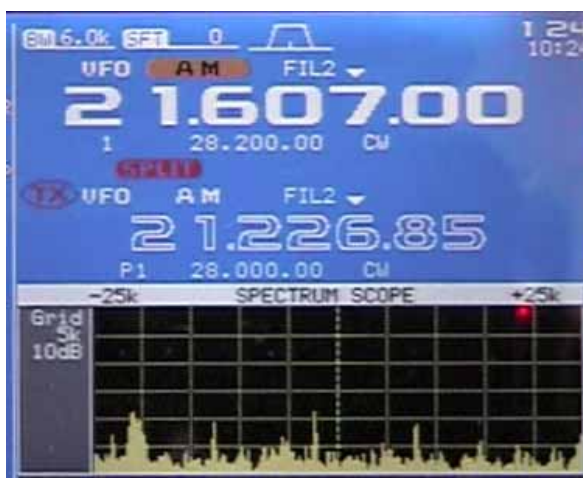
21MHz近傍周波数(21.607MHz、ノッチ外側)

対象PLC:パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100、HT-06001号

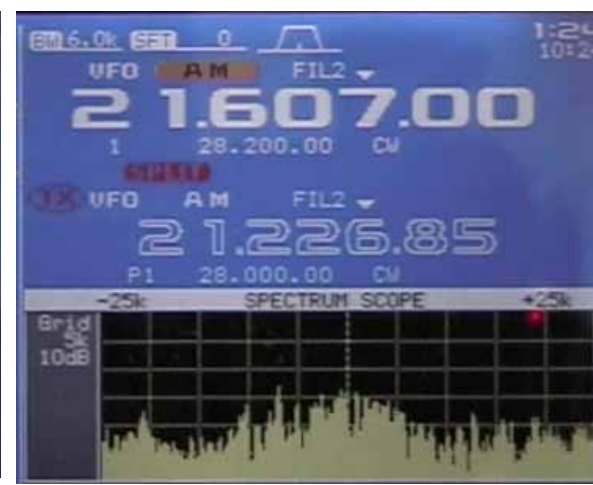
(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中(待ち受け中)



(3) PLC接続中(ファイル転送中)



(1)に比べパルス性の
雑音が増加している。

(1)に比べ10～20dB
高い甚大な雑音が発生
している。

4630 KHz 災害緊急時用の非常通信周波数

対象PLC: 光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008号

(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中 (待ち受け中)



(1)とほとんど同じレベル

(3) PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べ10～20 dB
高い甚大な雑音が発
生している。

4 6 3 0 KHz 災害緊急時用の非常通信周波数

対象PLC: ロジテック、LPL-TX , AT-07006号

(1)PLC無接続状態



(2)PLC接続中 (待ち受け中)



(3)PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べ15～20dB
高い甚大な雑音が発生
している。

(1)に比べ10～30dB
高い甚大な雑音が発生
している。

使用受信機器:アイコム社製 IC756Pro

17.605MHz 商業放送周波数

対象PLC: ロジテック、LPL-TX , AT-07006号

(1)PLC無接続状態



(2)PLC接続中 (待ち受け中)



(3)PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べ20～30dB
高い甚大な雑音が発生
している。

(1)に比べ20～30dB
高い甚大な雑音が発生
している。

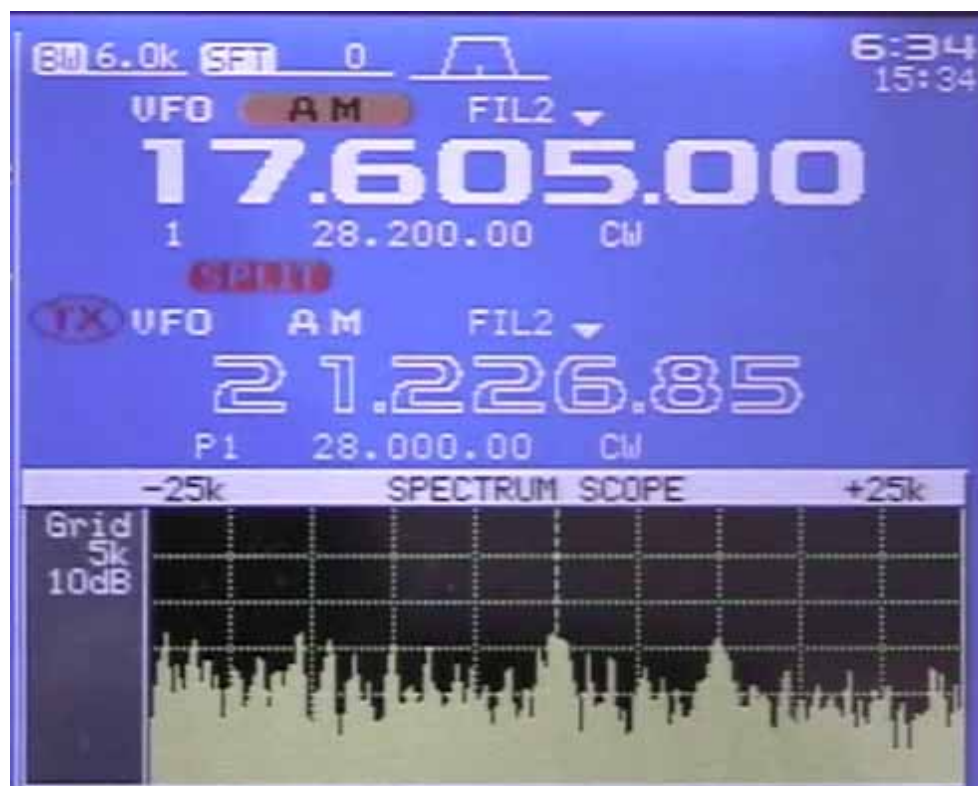
商業放送の信号

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

の詳細結果

対象PLC: LPL-TX , AT-07006号

PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)に比べ20 ~ 30 dB
高い甚大な雑音が
発生している。

30 dB

40 dB

PLC無接続状態



使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

17.635MHz 商業放送周波数

対象PLC: 光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008号

(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中 (待ち受け中)



(3) PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)とほとんど同レベル。

(1)に比べ10～20dB
高い甚大な雑音が発生
している。

商業放送の信号

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

21.790MHz 商業放送周波数

対象PLC: ロジテック、LPL-TX, AT-07006号

(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中 (待ち受け中)



(3) PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)と比べ30dB以上の
甚大な雑音が発生して
いる。

(1)と比べ10から25dB
高い甚大な雑音が発生
している。

商業放送の信号

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

の詳細結果

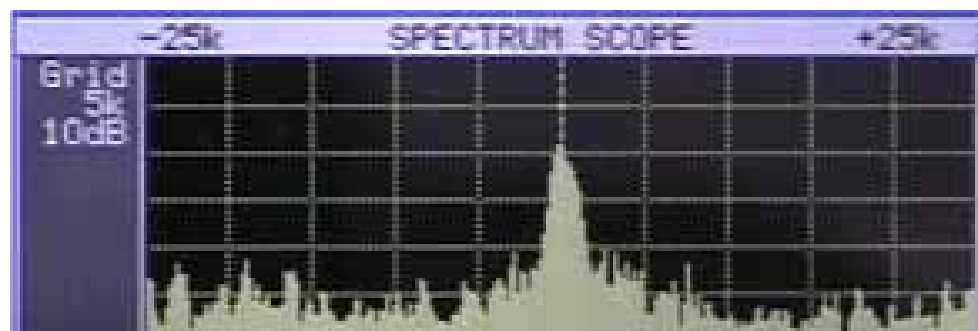
PLC接続中（待ち受け中）

対象PLC: LPL-TX , AT-07006号



(1)に比べ30 dB以上の
高い甚大な雑音が
発生している。

PLC無接続状態



使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

6.055MHz 商業放送周波数

対象PLC: 光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008号

(1) PLC無接続状態



(2) PLC接続中 (待ち受け中)



(3) PLC接続中 (ファイル転送中)



(1)と比べ2から5 dBの
雑音が発生している。

(1)と比べ10から25 dB
高い甚大な雑音が発生
している。

商業放送の信号

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

6 . 実験結果 (2)
受信障害の実態
(映像 + 音響)
～ 商業放送 ～

対象PLC: ロジテック株式会社製、LPL - TX, 第AT - 07006号

受信周波数: 17.635MHz (商業放送)

受信電波形式: AM

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

接続前 → 接続中 (アイドリング) → 接続中 (ファイル転送)



接続前



PLC接続中
(アイドリング時)



PLC接続中
(ファイル転送時)



対象PLC: ロジテック株式会社製、LPL - TX, 第AT - 07006号

受信周波数: 21.790MHz (商業放送)

受信電波形式: AM

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

接続前 → 接続中 (アイドリング) → 接続中 (ファイル転送)



接続前



PLC接続中
(アイドリング時)



PLC接続中
(ファイル転送時)



対象PLC: パナソニックコミュニケーションズ社製、BL-PA100、指定番号HT-06001号
受信周波数: 14.523MHz(アマチュア無線帯近傍)
受信電波形式: AM

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

接続前 → 接続中(アイドリング) → 接続中(ファイル転送)



接続前



PLC接続中
(アイドリング時)



PLC接続中
(ファイル転送時)



対象PLC: ロジック株式会社製、LPL - TX, 第AT - 07006号

受信周波数: 4.630MHz (災害緊急時非常通信周波数)

受信電波形式: AM

使用受信機器: アイコム社製 IC756Pro

接続前 → 接続中(アイドリング) → 接続中(ファイル転送)



接続前



PLC接続中
(アイドリング時)

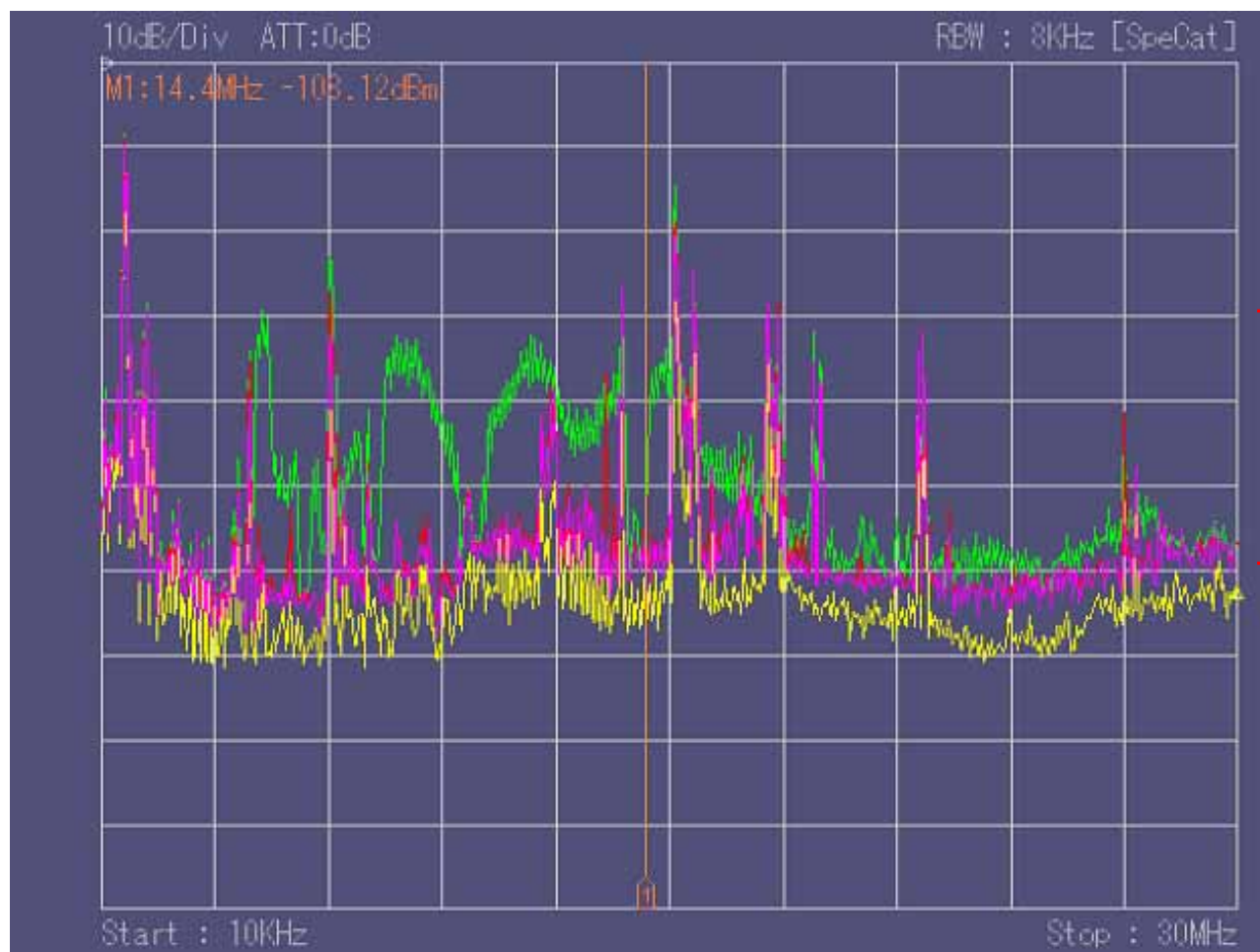


PLC接続中
(ファイル転送時)



7. 実験結果(3)
スペアナ分析
2 ~ 30 MHzへの
漏洩電界の実態
~ 参考 ~

対象PLC: パナソニックコミュニケーションズ社製、BL - PA100、指定番号HT-06001号
受信周波数: 2 ~ 30 MHz スペアナ分析



凡例

緑色: PLC稼働時(ファイル転送時)

黄色: 無接続時(データ保存時の値)

赤色: アイドリング時

紫色: 無接続時(MAX HOLD値)

30 dB

対象PLC: 光ネットワークス株式会社製、CNC - 1000, 第CT - 07008号
受信周波数: 2 ~ 30 MHz スペアナ分析

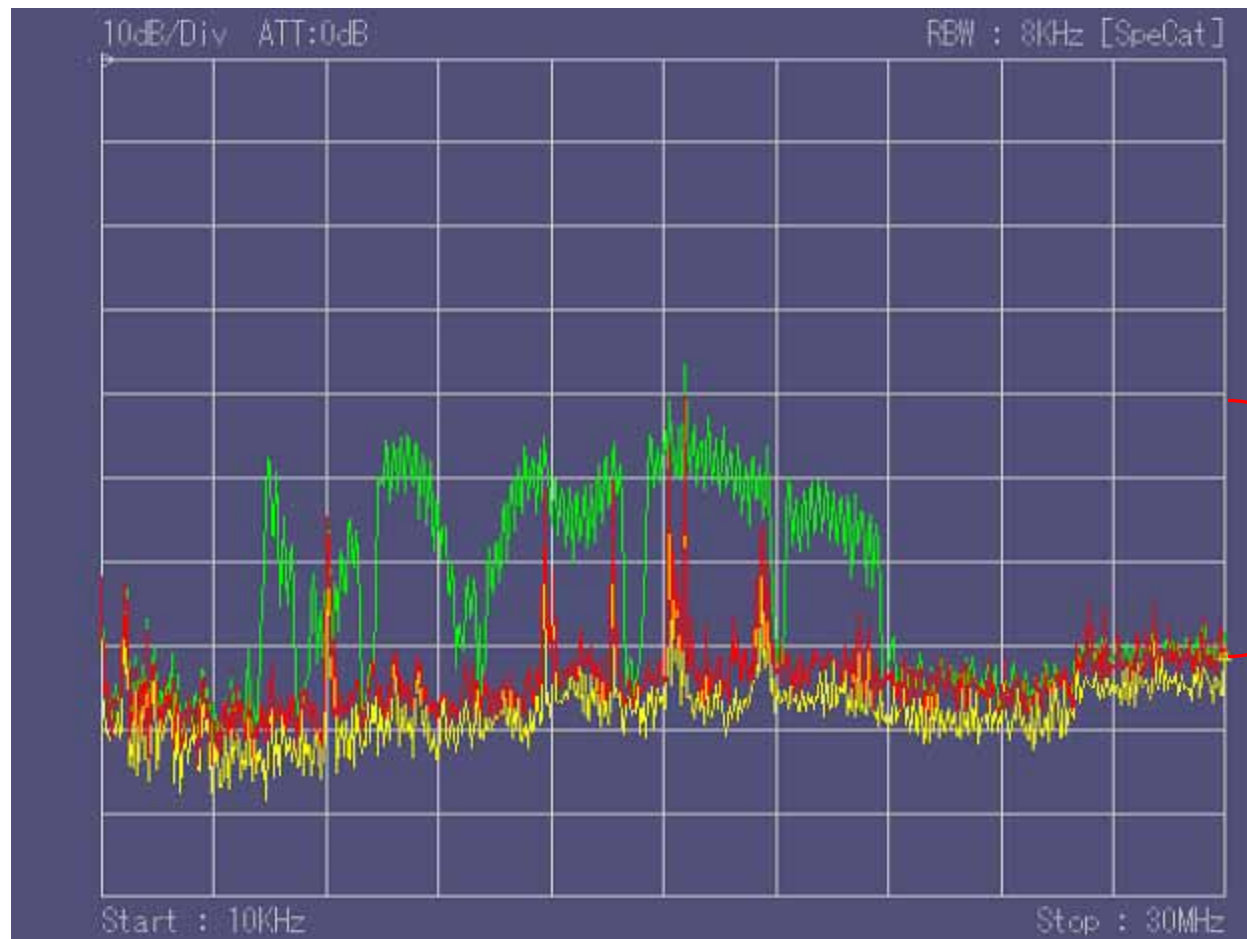
凡例

緑色: PLC稼働時(ファイル転送時)

黄色: 無接続時(データ保存時の値)

赤色: アイドリング時

紫色: 無接続時(MAX HOLD値)



対象PLC: ロジテック株式会社製、LPL - TX, 第AT - 07006号
受信周波数: 2 ~ 30 MHz スペアナ分析



凡例

緑色: PLC稼働時(ファイル転送時)

黄色: 無接続時(データ保存時の値)

赤色: アイドリング時

紫色: 無接続時(MAX HOLD値)

30dB

8. 実験結果の考察

8-1 アマチュア無線帯及びその近傍周波数：

PLC製造各社ともアマチュアバンドにいわゆるノッチを入れているが、アマチュアバンドから数100kHz離れると、非接続時(周辺雑音)に比べ20～30dBの漏洩電界による雑音が発生していることが分かった。

アマチュア無線周波数近傍では、PLCの漏洩電界の強度が住宅地域／田園地域ともに、周辺雑音を20～30dB上回ることが分かった。

これは2～30MHz全体をスペアナ分析した結果からも明らかである。

さらに田園地域など周辺雑音が著しく低い地域では、ノッチが挿入されていても遠距離からの微弱な電波が影響を受けることも分かった。

8 - 2 緊急災害用の非常通信帯：

アマチュアも用いる緊急・災害時用の非常通信周波数(4630Khz)は各社ともノッチが挿入されていない。そのため非接続に比べ20～30dBの漏洩電界による雑音があり、大震災など緊急災害時の非常通信に甚大な影響が生ずることが想定される。

8 - 3 商業放送：

4種の商業放送の受信実験した。実験データから明らかのように、PLC非接続時に聞こえていた商業放送がPLCを接続させファイル転送などを行うことにより、まったく放送が聞こえなくなるといった甚大な影響が生じていることが分かった。

なお、ロジテックのPLCではPLC接続アイドルング時にもファイル転送時以上のノイズが発生し商業放送がまったく聞こえなくなることにも分かった。

8 - 4 メーカー別：

実験データからは、3機種のうち、ロジテックのPLCが非接続時に比べアイドリング時、ファイル転送時とも周辺雑音に比べ周波数にもよるものの20～40dBもの雑音が発生し、ノッチ挿入帯の周波数以外、短波帯の受信が困難であることが分かった。

光ネットワークスPLCは20MHz以上を使用していないが、それ以下及びノッチ挿入外の周波数ではパナソニックPLC同様、15～30dBの著しいノイズを発生していることが分かった。

送信電波のPLCへの影響：

100W出力の固定機(FT1000MP)から21MHzの電波を送信してPLC機能停止実験を行った。

3機種とも100W出力でPLCは稼働停止した。

さらにパナソニックのPLCを対象に50W、25Wと出力を下げ実験したところ10W出力でも停止した。

今回は10W以下は実験していないが、以下でも起こる可能性も予想される。

8-5. 今回の実験の総括:

PLCによる漏洩電界が周辺雑音以下に抑制できるという主張には何ら科学的根拠がないこと、技術基準に定められたコモンモード電流規制を遵守しても、PLCによる漏洩電界の強度は周辺雑音を多くのケースで上回っていること、技術基準を前提とした15 MHz以下の周辺雑音の値、すなわち28 dBuV/mの想定は過大であること、PLCのメーカーは、アマチュア無線帯などでいわゆるノッチを挿入し結果的に30 dB以上漏洩電界を抑制している。だが、これはメーカーの自主規制であり法的にはノッチの挿入は義務づけられておらずノッチを挿入ないPLCが市場に出回っても違法としないこと。
上記より技術基準を満たしているだけでは、短波帯における甚大な受信障害を回避できない。