

PLC受信障害フィールド実験 概要報告

青山貞一(JA1IDY) 武蔵工業大学大学院教授

1. はじめに

2007年7月21日～22日、千葉県成田市で各社のPLCモデムの漏洩電界に起因する受信障害の実態を把握するためのフィールド実験を行い、多くの重要な結果を得たので、ここにその概要を報告する。

2. 実験の前提・条件・使用機材等

(1)実験年月日：2007年7月21日(土)～22日(日)

(2)実験場所：千葉県成田市の木造2階建て家屋及びその周辺地域。地域類型は田園地域。

(3)実験参加者：草野利一(JA1ELY)、青山貞一(JA1IDY)、松嶋智(JA1EUI)、鷹取敦、その他専門家(理学博士)1名、司法関係者(弁護士)2名。



(4)PLC 実験の目的と概要

本フィールド実験の目的と概要は以下の通りである。

アマチュア無線使用周波数近傍で PLC から漏洩する電界による受信障害の実態調査。対象周波数帯域は 28, 21, 18, 14, 10.1, 7MHz 周辺。

緊急災害時の非常通信周波数(4630kHz)で PLC から漏洩する電界による受信障害の実態調査。

短波帯商業放送周波数で PLC から漏洩する電界による受信障害の実態調査。対象周波数は 17.635, 17.605, 21.790, 6.055MHz。

短波帯(2～30MHz)で PLC から漏洩する電界による受信障害の実態調査。

アマチュア無線局から送信される電波による PLC 機能停止影響等の実態調査

(5)実験対象設備(PLCモデム)

パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100、HT-06001号
光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008号
ロジテック、LPL-TX、AT-07006号

(6)PLC 使用条件

木造2階建て家屋にノートパソコン2台を隔離して設置。FTPサーバーとクライアントシステム間でファイル転送等を実施。

(7)実験設備(アンテナ)

以下の各アンテナを家屋に向けて設置し使用。

28MHz(地上高27m、8エレメント八木アンテナ)

21MHz(地上高8m、6エレメント八木アンテナ)

18MHz(地上高23m、3エレメント八木アンテナ)

14MHz(地上高23m、5エレメント八木アンテナ)

10.1MHz(地上高23m、3エレメント八木アンテナ)

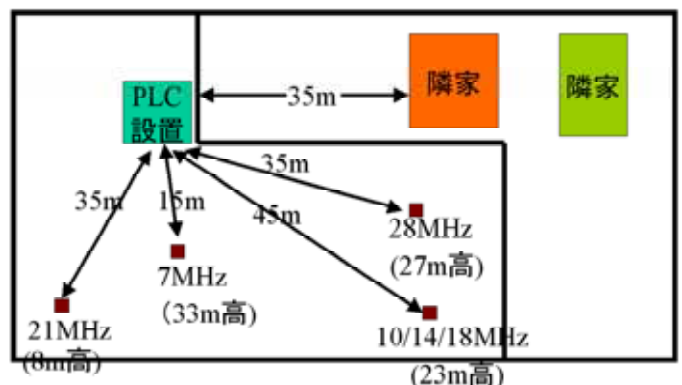
7MHz(地上高33m、4エレメント八木アンテナ)

商業放送(地上高2m、10mロングワイヤー)

2～30MHzスペアナ用ループアンテナ

(8)受信アンテナとPLC設置家屋の離隔距離

各アンテナは下図にあるように PLC 設置場所から水平距離で15mから45mの位置にある。アンテナと受信機は地下埋設された同軸ケーブルで結合。



(9)実験設備(送受信装置)

- ・アイコム社製固定送受信機、IC756Pro
 - ・ヤエス社製固定送受信機、FT-1000MP
 - ・NEC社製、パソコン連動スペアナ、SpeCat2
- なお、100Vの交流電源は隣家から供給。

(10)実験の方法

フィールド実験では PLC 及び屋内配線から漏洩する電界を(8)に示したアンテナと IC756Pro 又はスペアナで受信し、IC756Pro 付属のスペクトラムスコープ又はスペアナ連動のパソコン画面に表示させる。デジタル・ハイビジョン・カメラにより映像及び音として記録。記録状態としては、PLC 接続前、PLC 待機中(アイドリング中)、PLC 接続稼働中(ファイル転送中)の3ケース。



IC756Pro 附属のスペクトラムスコープ

(11)実験設備 (データ記録機材)

今回の実験では PLC の漏洩電界を映像と音で記録するために、以下に示すデジタル・ハイビジョン・カメラ (GR-HD1) と単一指向性をもつマイクロフォン経由で磁気ファイルに記録・登録した。



記録用のデジタル・ハイビジョン・カメラ

(12)実験ケース

実験ケース (場合分け) は以下の通りである。凡例は次の通り。非: PLC 非接続、待: PLC 接続 (待ち受け中)、稼働: PLC 接続 (ファイル転送中)。印がひとつの実験データとして記録される。

アマチュア無線バンド 単位: MHz

Data#	PLC 種	周波数	Mode	非	待	稼働
001-003	ハナリニック	7.570	AM			
004-006	同上	10.200	AM			
007-009	同上	14.523	AM			
010-012	同上	18.280	AM			
013-015	同上	21.607	AM			
016-018	同上	27.830	AM			
019-021	光ネットワーク	7.608	AM			
022-024	同上	10.320	AM			
025-027	同上	14.642	AM			
028-030	同上	18.400	AM			
031-033	同上	21.748	AM			
034-036	同上	27.830	AM			
037-039	ロジック	7.773	AM			

040-042	同上	10.620	AM			
043-045	同上	14.700	AM			
046-048	同上	18.500	AM			
049-051	同上	21.920	AM			
052-054	同上	27.700	AM			

スペアナ分析

Data#	PLC 種	MHz	非	待	稼働
055-057	ハナリニック	2 ~ 30			
058-060	光ネットワーク	2 ~ 30			
061-063	ロジック	2 ~ 30			
064-066	ザイセル	2 ~ 30			

非常通信周波数 単位: MHz

Data#	PLC 種	周波数	Mode	非	待	稼働
070-072	ロジック	4.630	AM			
073-075	光ネットワーク	4.630	AM			
076-078	ハナリニック	4.630	AM			

商業放送周波数 単位: MHz

Data#	PLC 種	周波数	Mode	非	待	稼働
070-072	ロジック	17.635	AM			
073-075	光ネットワーク	17.635	AM			
076-078	パナソ	17.635	AM			
070-072	ロジック	17.605	AM			
073-075	光ネットワーク	17.605	AM			
076-078	ハナリニック	17.605	AM			
079-081	ロジック	21.790	AM			
082-084	光ネットワーク	21.790	AM			
085-087	ハナリニック	21.790	AM			
088-090	ロジック	6.055	AM			
091-093	光ネットワーク	6.055	AM			
094-096	ハナリニック	6.055	AM			

その他実験 (無線送信による PLC 動作停止)

Data#	PLC 種別	周波数
097	ロジック	21MHz
098	光ネットワークス	21MHz
099-101	パナソニック	21MHz

上記モデムを対象に FT-1000MP より 21MHz のアマチュア無線周波数において、10ワットから 100W の出力の電波を発射し、PLC が機能停止する状態を記録した。

3. 実験結果概要

ここでは紙面の関係から上記 101 の実験事例 (ケース) のうち、主なものについて、非接続時、接続時 (待ち受け中)、稼働時 (ファイル転送中) の 3 つの状態を横並びの画像として示す。

3 - 1 アマチュア無線及び非常通信周波数短波帯商業放送周波数

(1)PLC 無接続状態

(2)PLC 接続中(待ち受け中)

(3)PLC稼働中(ファイル転送中)

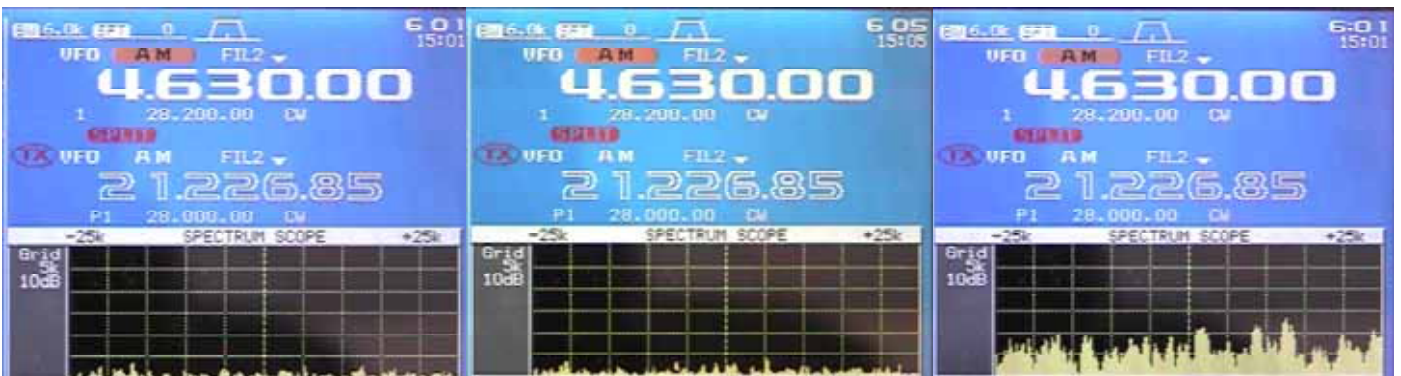
1.4 MHz 近傍周波数、パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100、HT-06001号



2.1 MHz 近傍周波数、パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100、HT-06001号



4.630 kHz 非常通信周波数、光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008号



4.630 kHz 非常通信周波数 ロジテック、LPL-TX, AT-07006号



3 - 2 短波帯商業放送周波数

(1)PLC 無接続状態

(2)PLC 接続中(待ち受け中)

(3)PLC稼働中(ファイル転送中)

1 7 6 0 5 kHz 商業放送周波数 ロジテック、LPL-TX , AT-07006 号



1 7 6 3 5 kHz 商業放送周波数 光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008 号



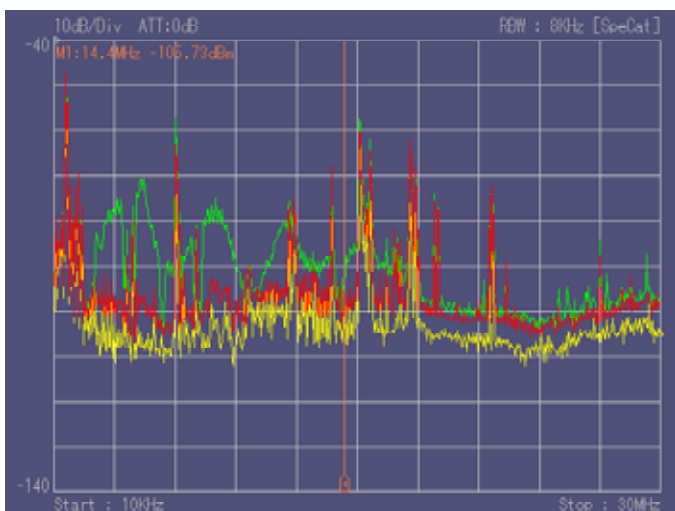
2 1 7 9 0 kHz 商業放送周波数 ロジテック、LPL-TX , AT-07006 号



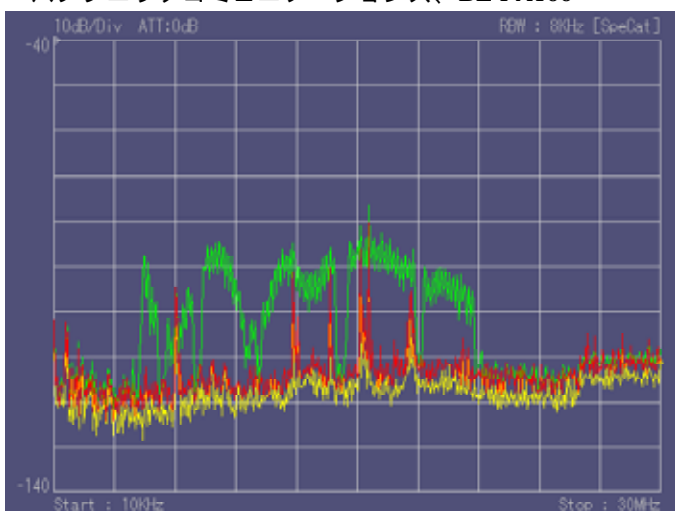
6 0 5 5 kHz 商業放送周波数 光ネットワークス、CNC-1000、CT-07008 号



3-3 スペアナ分析 周波数(2~30MHz)



パナソニックコミュニケーションズ、BL-PA100



光ネットワークス、CNC-1000



ロジテック、LPL-TX

4. 実験結果の考察：以上、主な実験結果(データ)を示した。各データファイルは映像と音から構成されている。これらのファイル(映像、音)は順次、<http://plcsuit.jp/> ホームページに掲載するのでご覧頂きたい。以下は若干の考察である。これによ

り PLC 非接続時に聞こえていた通信や放送が PLC 接続時に聞こえなくなるなどの受信障害が誰にもリアルに分かる。

アマチュア帯：PLC 製造各社ともアマチュアバンドに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、非接続時に比べ 20 ~ 30dB の漏洩電界(ノイズ)が発生していることが分かった。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。また田園地域など背景騒音が低い地域では、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実態があった。

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 の漏洩ノイズにより、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。

商業放送：4 種の商業放送の受信実験した。実験データで明らかのように、PLC 接続(ファイル転送)時に放送が聞こえなくなるなどの甚大な影響が生じていることが分かった。ロジテックの PLC では PLC 接続(待受け)時にもファイル転送時以上の音入りの著しいノイズが発生し、商業放送がまったく聞こえなくなることも分かった。

メーカー別：実験データからは、ロジテックの PLC が非接続時に比べ待受け時、ファイル転送時ともに 20 ~ 40dB のノイズが発生しており、ノッチ挿入以外、短波帯受信は事実上不可能である。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、背景ノイズに比べ 15 ~ 30dB の著しいノイズが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。

5. 今回の実験を終えて：PLC からの漏洩電界による田園地域での短波受信への影響に関する今回のフィールド実験は、おそらく我が国で最初の本格的な実験であると思われる。頁数の関係で一部しか結果をお見せ出来なかったが、OFDM方式、SS方式を問わず、PLC モデムの漏洩電界により甚大な受信障害をもたらしていることが分かった。

