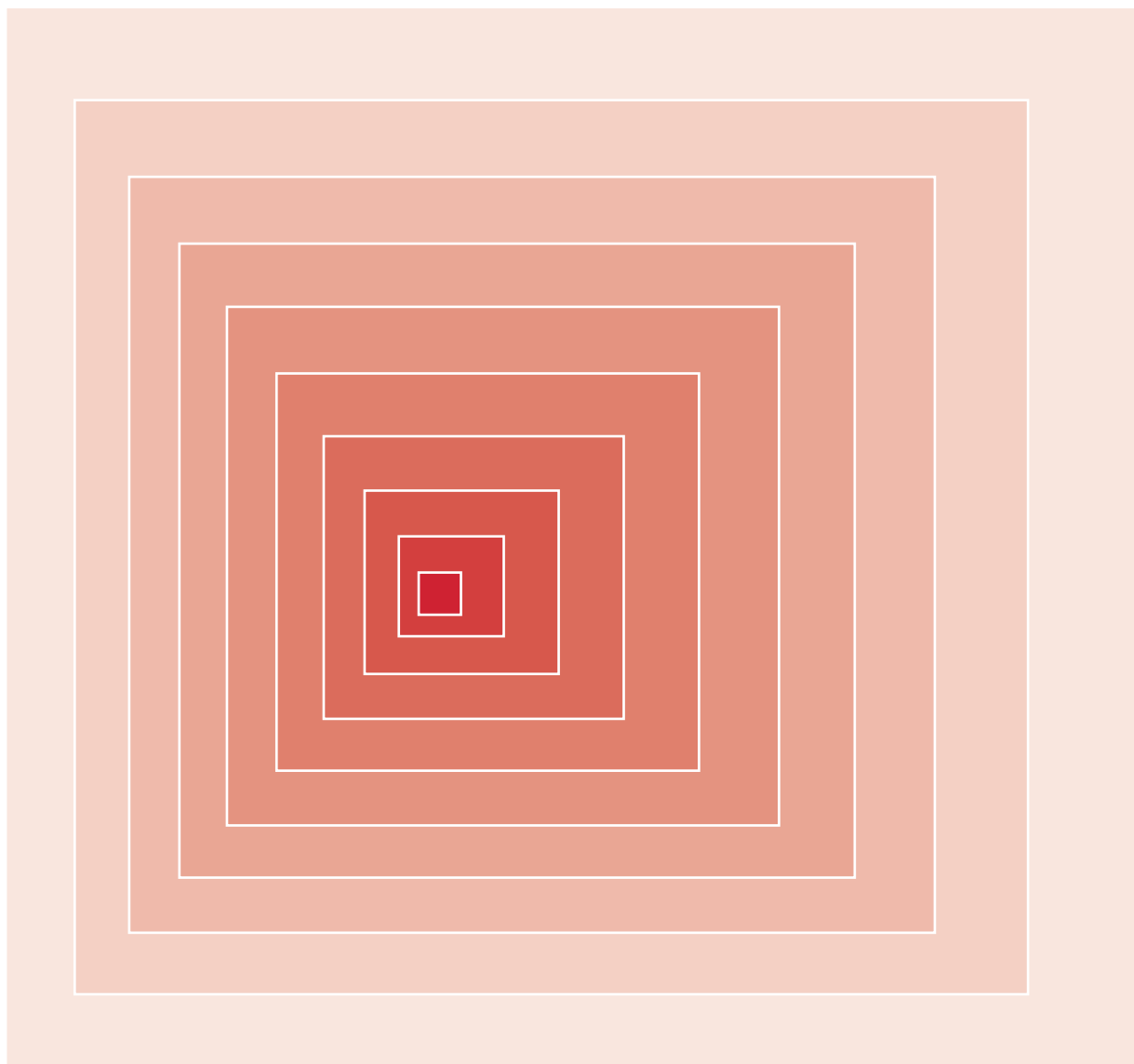


EMCCレポート



著作：電波環境協議会

EMCCレポート第35号 目次

- 2018年度 妨害波委員会の活動
CISPR 32 1 GHz超放射エミッション代替測定法として提案中のAPD測定許容値算出
根拠データ充実のための調査研究報告書…………… 3
一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)
マルチメディアEMC専門委員会
千代島 敏夫
- 2018年度 妨害波委員会の活動
照明器具におけるEMCでの相加性の評価方法の調査 …………… 10
一般社団法人 日本照明工業会EMC合同小委員会
平伴 喜光
- 2018年度 イミューニティ委員会の活動
サージ発生器の適用規格 (IEC 61000-4-5 Ed.2 と Ed.3)、及び PoE 機能付き通信ポートの
サージイミューニティ試験への同発生器の規格版数の影響に関する調査研究 …………… 18
一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 (CIAJ)
電磁妨害対策技術委員会
太田 慎也
- 電波環境協議会主催講演会
「CISPR上海会議報告会」を開催 …………… 25

2018年度 妨害波委員会の活動

CISPR 32 1 GHz 超放射エミッション代替測定法として提案中のAPD測定許容値算出根拠データ充実のための調査研究報告書

一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)
マルチメディアEMC専門委員会

千代島 敏夫

1. はじめに

2015年度実施したプリンタ・スキャナの用紙搬送時発生する静電気放電によるインパルス状雑音のWi-Fi通信への影響調査とAPD (Amplitude Probability Distribution) 測定を基に、APD測定の導入に向けた調査研究を開始した。

APD許容値の決定方法は、既存のPeak許容値に対して、現実に利用可能な複数の通信方式についてどのくらいの頻度まで妨害を受けないかを、頻度を変えたパルス変調波を用い実験的に調査し、その中で一番低い頻度とPeak許容値との組み合わせをAPD許容値とする方法である。

2016年度の調査研究では、Wi-Fiの他にLTE、WCDMA、GSMの3種類の免許の必要な無線サービスについて調査し、APD許容値として暫定的に 10^{-4} @70dB μ V/mが適切であることを結論づけた。この結果は、2017年4月開催のCISPR SC-I WG2フェニックス会議で報告し好意的に受け止められた。

さらに、2017年度は調査対象の無線サービスをDAB、DECTおよびGPSに拡大した。結果は、DABがこれまでで一番イミュニティ性能が高いこと、および、一番イミュニティ性能の低いのは、引き続きGSMであることが判明し、提案のAPD許容値は変更不要であった。この結果は、2018年2月開催のCISPR SC-I MT7ミラノ会議で報告した。

2018年度は、APD許容値の決定の基になったGSMについて、提案の許容値の基礎データの充実を図るため端末のサンプル数を増やして評価した。この結

果は、2018年10月開催のCISPR SC-I MT7釜山会議で報告し、DC文書案が2019年4月7日開催のシンガポール会議で審議された。現時点(2019年12月)では、次期改版であるCISPR 32Ed.3.0のメンテナンス項目(CISPR/I/635/DC)にリストされており、2020年1月24日締め切りで各国にコメント募集中である。大きな反対が無ければ、APD測定と許容値のCISPR 32へ導入するための改版内容を記載したCD文書の審議が開始される。

2. 実験方法

2.1 対象機器

GSMは第二世代通信方式であるが、世界各国で使用されており、最近のスマートフォンもサポートしている。最近のスマートフォンの内、国産3台、外国産3台を準備したが、外国産の3台の内2台は、基地局シミュレータと接続がうまくいかなかったり、設定条件が異なる仕様だったりのため、国産3台と外国産1台を対象とした。

2.2 妨害源 (パルス変調波頻度と繰り返し周波数)

(1) パルス変調波のパルス幅

放電現象によって発生する放射エミッションは、1ns以下のパルス幅の瞬時ノイズであり、これを模擬するためパルス変調波を使用した。昨年度と同様LTEバンド20MHzに対し、均一なスペクトラムの妨害波となる条件を満たすため、パルス幅は20nsとしている。図 2-1、図 2-2は、それぞれパルス幅20nsと50nsのパルス変調波時間波形および周波数スペクト

ラムである。中心周波数は、GSM 通信 ch の中心周波数 1.845 GHz に一致させた。

(2) パルス変調波の頻度と繰り返し周波数

表 2-1 に、パルス幅 20 ns のときの、頻度と繰り返し周波数の関係を示した。ここで頻度とは、パルス幅の周期に対する時間比率である。

表 2-1 パルス幅 20 ns のときの、頻度と繰り返し周波数

頻度	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
周期	2 μ s	20 μ s	200 μ s	2 ms	20 ms
周波数	500 kHz	50 kHz	5 kHz	500 Hz	50 Hz

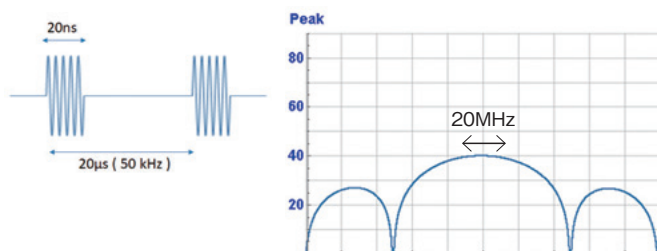


図 2-1 20ns パルス幅頻度 10^{-3} 周波数スペクトラム (Center 1.845 GHz, 20 MHz/Div.)

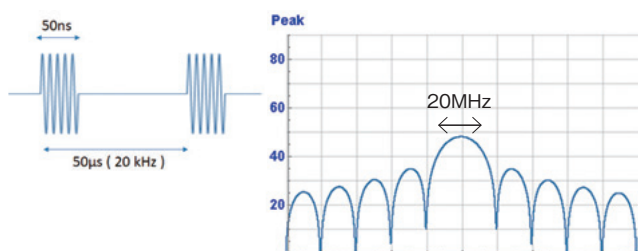


図 2-2 50ns パルス幅頻度 10^{-3} 周波数スペクトラム (Center 1.845 GHz, 20 MHz/Div.)

2.3 エラーレート測定

図 2-3 のように、暗室外に設置した基地局シミュレータ出力を、ホーンアンテナに配線し、距離 3 m 離れた場所に、スマートフォンを配置した。また、スマートフォンから距離 3m の位置に妨害波アンテナを配置した。

基地局シミュレータと通信状態にし、受信レベルをエラーなしで通信できる十分強いレベルから、1 dB ステップで小さくしていくと、あるレベルからエラーレートの増大が始まる、このレベルは、受信機の感度や、受信機が受ける内部ノイズ、周囲ノイズによって決まるものである。

最初、妨害波の無い状態でリファレンス測定 (Reference) を実施後、Peak 値で 70 dB (μ V/m) の妨害波を印加しながら、エラーレートを測定した。端

末の向きは、後述の手順で伝送ロスの大きな方向を避け、妨害波の偏波は、事前調査でエラーレートの大きい垂直偏波とした。写真 2-1 に代表的配置写真を示す。

GSM 通信の条件概要を表 2-2 に示す。また、使用したテスターと端末を表 2-3 に示す。

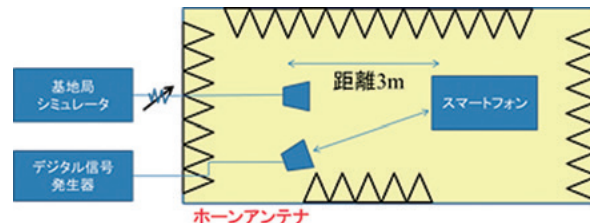


図 2-3 GSM (GPRS) 通信へのパルス変調波の影響調査配置

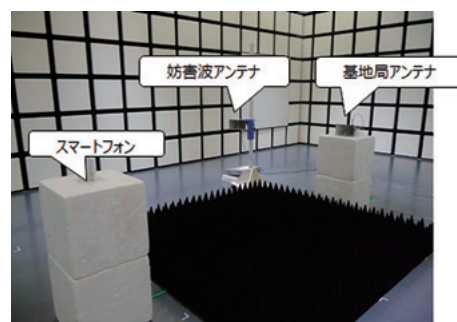


写真 2-1 配置写真

表 2-2 GSM (GPRS) 通信の条件概要

一次変調	二次変調	シンボル長	周波数帯域幅	最大通信速度	周波数
GMSK	TDD 4.615 ms / frame	3.6923 μ s	200 kHz	85.6 kbps	1.845 GHz

GSM (Global System for Mobile communications)
GPRS (General Packet Radio System)
GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
TDD (Time Division Duplex)
シンボル長：デジタル変調の最小単位の時間長さ。

表 2-3 端末とテスター

無線通信方式	テスター	スマートフォン
GSM (GPRS)	WIDEBAND RADIO COMMUNICATION TESTER CMW 500	A B C D

2.4 スマートフォンの向きの決定手順

スマートフォンの向きの決定手順を次に示す。

スマートフォンを垂直に配置する。(図 2-4)

イ) スマートフォン画面を、基地局アンテナに向ける

ロ) 妨害の無い状態でリファレンスデータ (エラーレート対受信電界) を取得する

ハ) スマートフォンを、水平に時計回りに 28 度回転する。(図 2-5)

- ニ) 妨害の無い状態でリファレンスデータ（エラーレート対受信電界）を取得する
 ホ) ロ) とニ) の差異を計算し、エラーレートが10%での受信電界の差異が3 dB以内なら終了
 ヘ) そうでないなら、ハ) に戻り3dB以内になるまで繰り返す。

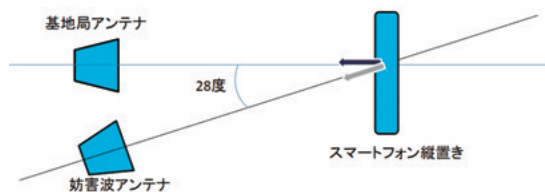


図2-4 スマホとアンテナの位置関係 (0°)

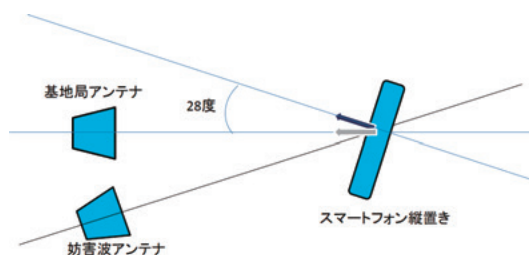


図2-5 スマホを28度時計回りに回転した状態 (28°)

2.5 APD測定条件

パルス発生器からの放射エミッションを測定距離3 mでAPD測定を実施する。測定セットアップは、CISPR 32 1-6 GHz測定と同じ。アンテナ高は、対象機器がビーム内に入るように1 m 固定。

APD測定条件を表2-4に示す。

表 2-4 APD測定条件

項目	内容	備考
仕様	CISPR 16-1-1 8章	
周波数	各通信方式chの中心周波数	GSM: 1845 MHz
RBW	1 MHz	
測定時間	2 分間	

2.6 測定サイト

CISPR 16-1-4 に規定されるFSOATS (Free Space Open Area Test Site) の要求を満足するサイトを使用した。

3. 実験結果

3.1 スマートフォンの水平面の向き決定

図3-1～図3-4に、手順に従いエラーレートが10%に

て、基地局アンテナ方向と妨害波アンテナ方向の差異が3dB以内になった結果を示す。表3-1には、最終的なスマートフォンの向きを示す。

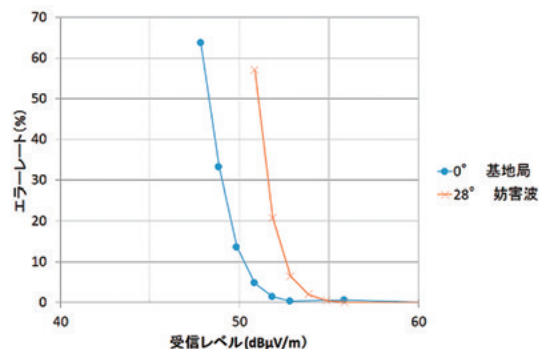


図3-1 スマートフォンA

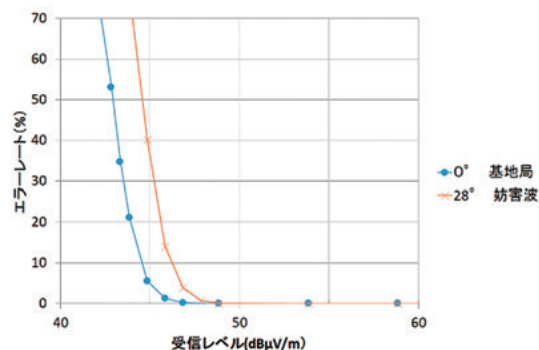


図3-2 スマートフォンB

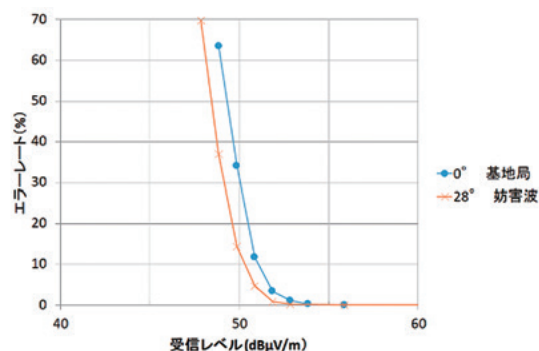


図3-3 スマートフォンC

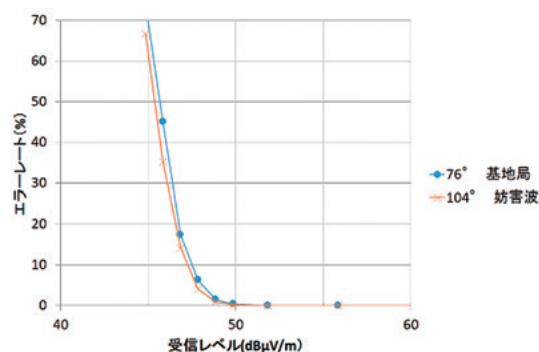


図3-4 スマートフォンD

表3-1 スマートフォンの角度

スマートフォン	基地局アンテナ方向
A	画面方向
B	画面方向
C	画面方向
D	左サイド方向

3.2 スマートフォンA～Dのエラーレート

スマートフォンAの通信の受信レベルとエラーレート
の関係を図 3-5に示す。横軸は、受信レベルである。
図3-5のように、パルス変調波の頻度が 10^{-6} では影
響なく、 10^{-5} から影響が表れている。図 3-6、図 3-7、
図 3-8に、スマートフォンB、C、Dそれぞれに対す
るパルス変調波の頻度とエラーレートの測定結果を示
す。スマートフォンAと同様に、パルス変調波の頻
度が 10^{-6} では影響なく、 10^{-5} から影響が表れている。

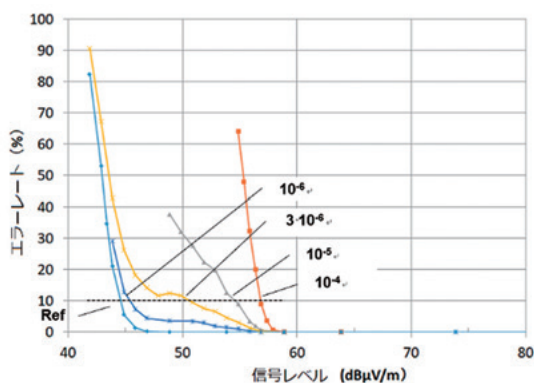


図3-5 パルス変調波の頻度をパラメータとした
スマートフォンAの受信レベルとエラーレートの関係

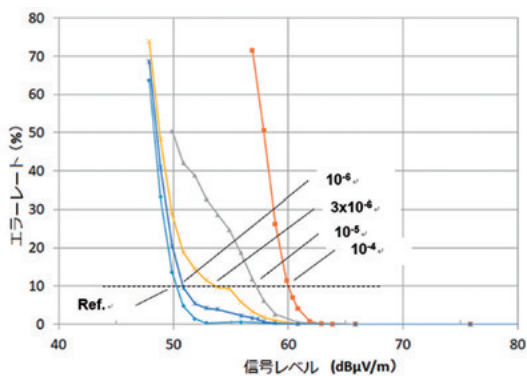


図3-6 パルス変調波の頻度をパラメータとした
スマートフォンBの受信レベルとエラーレートの関係

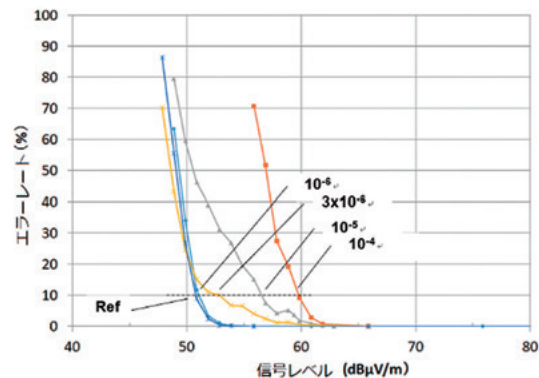


図3-7 パルス変調波の頻度をパラメータとした
スマートフォンCの受信レベルとエラーレートの関係

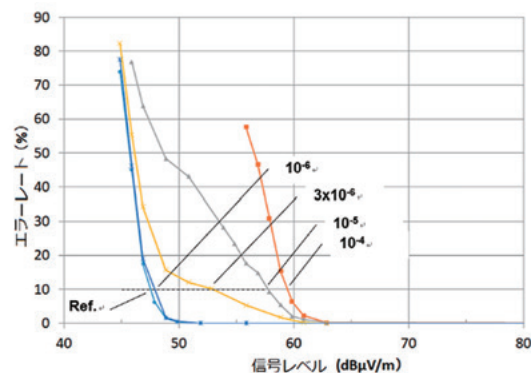


図3-8 パルス変調波の頻度をパラメータとした
スマートフォンDの受信レベルとエラーレートの関係

表3-2 GSM (GPRS) の4つの符号化方式

種類	符号 化率	U S F	Pre- coded USF	USF, BCSを 除く Radio Block	BCS	Tail	符号 化 bit	間引 bit	Data rate Kb/s
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05
CS-2	≈2/3	3	6	268	16	4	588	132	13.4
CS-3	≈3/4	3	6	312	16	4	676	220	15.6
CS-4	1	3	12	428	16	-	456	-	21.4

USF: Uplink State Flag

BCS: Block Check Sequence = 16-bit CRC (CS-2, CS-3, CS-4)

Tail: 復号器の初期化用ビット

3.3 CS-1 とCS-4比較

GSM (GPRS) には、4つの符号化方式 (Code Scheme) がある[1]。456bit長のブロック単位で誤り検出および誤り訂正が適用される。ブロックの詳細を表3-2に示す。CS-1～CS-3では、誤り訂正のための符号化率1/2の畳み込み符号化後希望の符号化率になるように、ビットが間引かれる。一方CS-4では、誤り訂正符号はない。

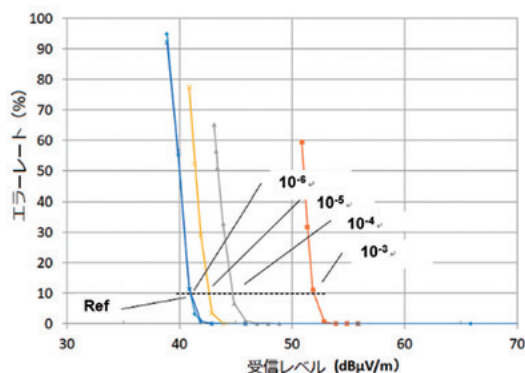


図3-9 パルス変調波の頻度をパラメータとしたスマートフォンCの受信レベルとエラーレートの関係 (CS-1)

図3-9にスマートフォンCのCS-1符号化の場合のパルス変調波の頻度をパラメータとしたスマートフォンCの受信レベルとエラーレートの関係を示す。図3-7では、 10^{-5} から受信電界強度が大きく増加しているのに対し、図3-9では、 10^{-3} から大きく増加していて、誤り訂正符号の効果が表れている。

4. 考察

4.1 エラーレートをパラメータとした全測定結果

今回実験した4台のスマートフォンの結果について、エラーレート10%を維持するために必要な受信電界レベルと妨害頻度の変化を図4-1に示す。すべて頻度 10^{-6} から 10^{-5} で受信電界が大きく増加しており、影響が同じであることが分かる。

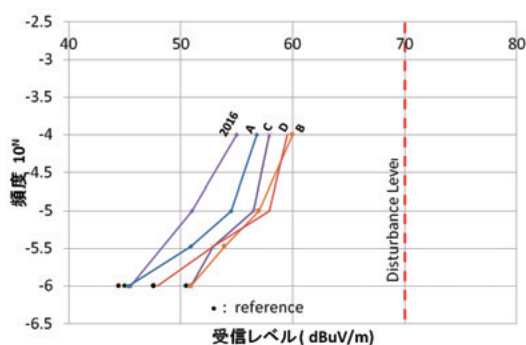


図4-1 GSMスマートフォン4台の妨害波の頻度とエラーレート10%を維持する受信レベルの変化

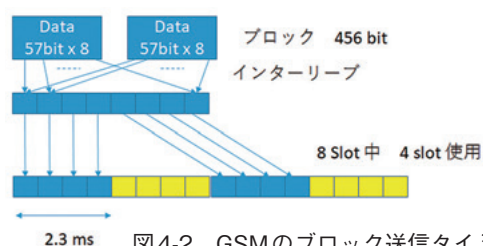


図4-2 GSMのブロック送信タイミング

4.2 ブロック長とパルス間隔の関係

CS-4では誤り訂正符号を使用していないので、エラーレートの解析として、文献 [2]の送信パケットと妨害パルスの衝突モデルの考え方が適用できる。GSMの場合、パケットはブロックに相当する。GSMのブロック送信タイミングを、図4-2に示す。本実験では、妨害パルス変調波のパルス幅は、20 nsとブロック長にくらべ短いので、妨害パルス1個で1ブロックエラーすることになる。GSM (GPRS) のブロック長は、TDDの8 Slot 中 4 Slotをダウンロードに使用していることから、8 Slot長 = 4.615 msなので、4 slotでは、2.3 msとなる。一方妨害波の周期および予想される衝突確率（1以上の場合衝突パルス数）は、表4-1のようになる。 10^{-5} 以上では必ず衝突することになる。これは、 10^{-5} から影響が大きくなる実験結果と整合している。

表4-1 20 ns パルス変調波とブロックの衝突パルス数と周期の関係

頻度	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
周期	20 ms	2 ms	200 us	20 us
衝突パルス数	0.1	1	10	100

4.3 APD 許容値案

これまでのすべての結果を、エラーレート10%を維持する受信電界と頻度の変化を図4-3に示す。ここで、妨害波は受信レベルで70 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)を印加しており、図4-3の中央の赤点線で示した。各通信方式で妨害のないときエラーなしの時の受信レベルは、それぞれのプロットの左下の黒●であらわしている。

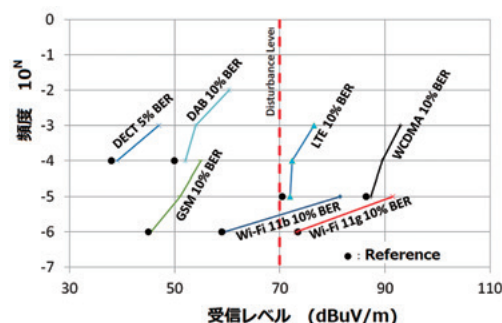


図4-3 各通信方式の妨害波の頻度と受信レベルの変化

これまでで、一番低いイミュニティ性能は、GSMとWi-Fiであり変わらない。したがって、GSMの結果である 10^{-6} から 10^{-5} の間で影響が出始めていることを基にして許容値を算定するので、許容値案は、10

4@70dBuV/mと昨年と同じである。この許容値の算出には、使用するAPD受信機のインパルスバンド幅1MHzのバンドパスフィルタの影響で、約50倍（1 us / 20 ns）にパルス幅が増加することを考慮している。

図4.4 にAPD許容値をまた図4.5 にAPD測定を適用する場合の判定フローを示す。

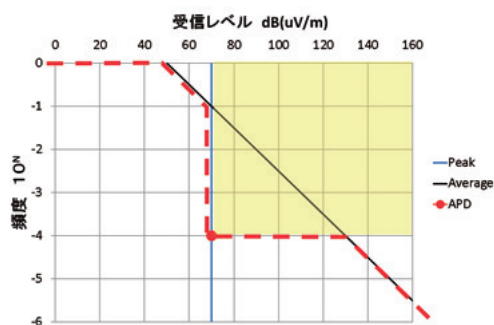


図4-4 APD許容値（案）

判定フローの基本的考え方は、APD測定が時間のかかる測定法なので、最初全周波数範囲についてPeak測定を実施し、許容値を超えた場合にのみAPD測定を実施するようにしている。平均値については、APD測定値から平均値検波値も得ることができるが、数学的な平均値である。しかし、CISPR 32の要求では、CISPR平均値となっている。これは、機械式メータの時定数（100 ms）を考慮した平均値で、100 Hz以下の周期で変動する妨害波の場合、測定値が数学的平均値より高くなる特性がある。よって、このような妨害波の場合は、APD測定で平均値を代替できない。そこで、図4.5の判定フロー（案）では、これを考慮するため常に、CISPR平均値測定を実施することとした。

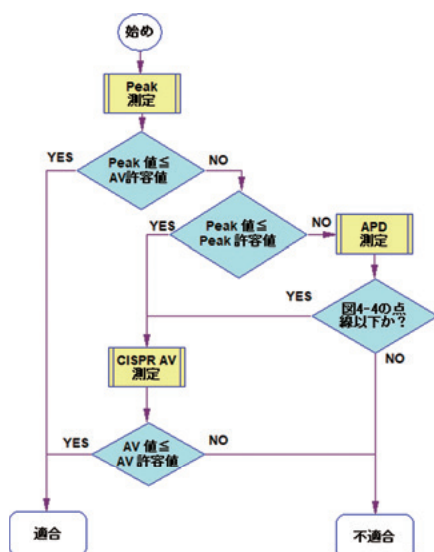


図4-5 APD測定を適用する場合の判定フロー（案）

5. 結論

昨年GSM（GPRS）のイミュニティレベルを基に、 10^{-4} @70dBuV/mを許容値とするのが妥当と結論づけた。今回このレベルについて、スマートフォンの台数を増加して確認した。結果は、4台とも同じイミュニティレベルを示した。これによって、提案した許容の妥当性が十分確認されたと考える。

6. CISPR への寄与

2018年2月ミラノで開催されたCISPR SCI MT7会議で、昨年度の実験結果から、頻度を変えたパルス変調波が、DAB、DECT、Wi-Fiなどの無線サービスに与える影響について報告した。また、2018年10月釜山で開催されたCISPR SC-I MT7会議で平成30年度の結果を報告した。

釜山会議では、次のステージへの移行が合意され、2019年4月のシンガポール SC-I MT7会議では、次のふたつの文書が審議された。

- 1) APD測定を導入する正当性説明文書（INF文書案）
- 2) CISPR 32に、APD測定を導入するための修正案

現時点（2019年12月）では、次期改版であるCISPR 32Ed.3.0のメンテナンス項目（DC文書）にリストされており、2020年1月24日締め切りで各国にコメント募集中である。大きな反対が無ければ、APD測定と許容値のCISPR 32へ導入するための改版内容を記載したCD文書の審議が開始される見込みである。

7. おわりに

GHz帯で残された通信方式としては、現在運用が急ピッチで作業中の5G通信がある。5Gにおいては、スループットだけではなく、応答時間もその特徴とされており、これも評価することが必要と考える。

参考文献

- [1] 3GPP TS 03.63 V8.12.0 (2004-04) , 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; General Packet Radio Service (GPRS) ; Overall description of GPRS radio interface; Stage 2 (Release 1999)
- [2] 高谷和宏、富田大将、梅田康希、小川将克、松嶋徹、久門尚史、和田修己、“妨害パルスとパケットの衝突確率を考慮したパケット誤り率解析”、電子情報通信学会論文誌B Vol. J100-B No.3 pp.166-175 2017

2018年度 妨害波委員会の活動

照明器具における EMC での相加性の 評価方法の調査

一般社団法人 日本照明工業会 EMC 合同小委員会
平伴 喜光

1. はじめに

最近の CISPR 総会において、太陽光発電装置の多数使用時での妨害波問題が話題になっている。製品の多数使用時の問題としては、照明器具の多灯点灯なども一般的であり、国内の学会でも電球形LEDランプなどの実験結果が報告されている。

しかし、それらの実験は電球形LEDランプを一箇所にまとめた配置で非常に特殊な条件設定で行われており、実際の市場での一般的な配置と異なっている。実際の照明器具の多灯点灯では配線の影響があると想定される。

そこで、「一般的な多灯配置」を想定した放射妨害波測定を行い、器具灯数や器具間離隔距離などをパラメータとして、放射妨害波への影響を確認する。また、試験対象とする照明器具としては、市場で多灯使用が多い「40W 形蛍光灯器具相当LED照明器具」とこれまでの試験で報告されている「電球形LEDランプ」の両方とする。

2. 実験方法

2-1) アンテナの指向性の影響確認

EUTとする照明器具が複数台(最大9台)横一列に並び、器具間離隔距離が2mの場合には最大16mの長さとなるので、使用するアンテナでその範囲からの妨害波測定に影響がないか、を確認する。

2-2) 使用する EUT の個々の放射妨害波のバラツキ確認

同一照明器具での個々の妨害波のバラツキを確認しておく。

2-3) 照明器具の離隔距離を 0m、1m、2m とした場合の放射妨害波への影響確認

器具を集中して配置した場合と、離隔距離を変えた場合とで、放射妨害波への影響を確認する。

2-4) 器具 1 台で、電源ケーブル長を変化させた場合の放射妨害波への影響確認

電源ケーブルの長さにより電源インピーダンスが変化することで、放射妨害波にどのような影響が出るか、を確認する。

測定評価配置に関するポイントを以下に列挙し、その配置概略図を図2-1、電源ケーブルの配置図を図2-2に示す。また、各々の状態を写真2-1と写真2-2に示す。

- (a) 器具-アンテナ間距離：10m ※最短距離
- (b) アンテナ：パイログ・アンテナ（30MHz～1GHz）
- (c) 支持台：高さ0.8mの発泡スチロール
- (d) ターンテーブルは回転させず、一方向のみからの測定
- (e) 照明器具は中央を起点に左右に1台ずつ増やして1台、3台、5台、7台、9台とする。
- (f) 器具間離隔距離は、0m、1mと2mで比較する。
- (g) 電源ケーブルの床からの立ち上がりは中央のみとし、電源ケーブルは高さの0.8mの支持台上で送る。
- (h) 測定の効率化のため、ピーク検波のみで実施

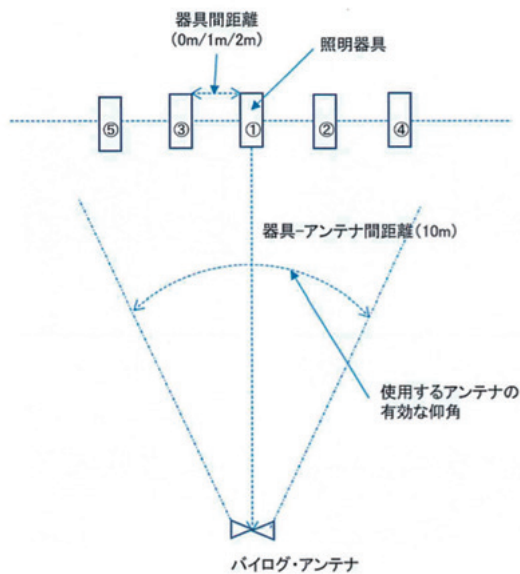


図2-1：測定評価配置の概略図

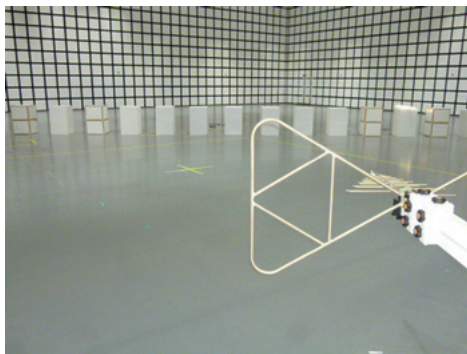


写真2-1：測定評価配置の全体写真

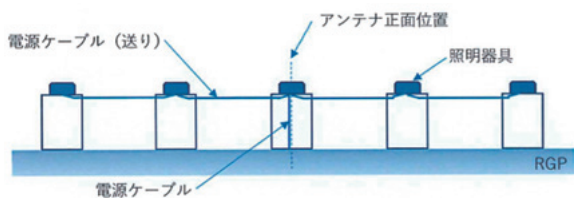


図2-2：照明器具と電源ケーブルの配置図

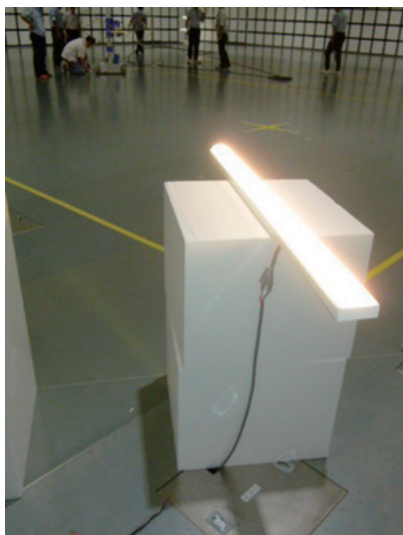


写真2-2：電源ケーブルの配置状態

次に、今回の試験に使用した照明器具の仕様一覧表を表2-1、試験項目とそれに使用した照明器具の一覧表を表2-2、電源ケーブルの仕様を表2-3、各照明器具の試験条件を表2-4と測定機器の仕様を表2-5に示す。

試験は、福島県郡山市にある産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所が保有している大型電波暗室を利用させて頂いた。また、レシーバやアンテナは電気環境試験所横浜事業所様のご協力を頂いた。

表2-1：照明器具の仕様一覧表

No.	品名	電気仕様	提供
A1 ～ A9	40形蛍光灯器具相当LED照明器具	2380lm、16.3W	A社
B1 ～ B9	電球形LEDランプ	30W相当、8W	B社
C1	電球形LEDランプ	60W相当、7W	C社
C2	電球形LEDランプ	40W相当、4.4W	A社
C3	電球形LEDランプ	100W相当、11.1W	D社
C4	電球形LEDランプ	100W相当、14.3W	E社
C5	電球形LEDランプ	40W相当、4.9W	A社
C6	電球形LEDランプ	60W相当、7.3W	E社
C7	電球形LEDランプ	60W相当、8W	D社
C8	電球形LEDランプ	40W相当、6.6W	F社
C9	電球形LEDランプ	100W相当、14W	G社

表2-2：各試験項目とそれに使用した照明器具の一覧表

試験項目	使用機器	備考
(1) アンテナの指向性の影響確認	A1	40形蛍光灯器具相当LED照明器具1台を使用しアンテナの正面を基準とし、正面から離して測定結果への影響を確認する。
(2) 使用する照明器具の個々のバラつき確認	A1 ～ A9 B1 ～ B9 C1 ～ C9	使用する全ての照明器具の妨害波のバラツキを水平偏波と垂直偏波の両方で確認する。
(3) 照明器具間の離隔距離を0m、1m、2mと変えた場合の影響確認	A1 ～ A9 B1 ～ B9 C1 ～ C9	40形蛍光灯器具相当LED照明器具、同一電球形LEDランプ、異種電球形LEDランプで、点灯台数を1台から3台、5台、7台、9台と増やした場合の放射妨害波の相加性を確認する。離隔距離は0m、1m、と2mとする。
(4) 照明器具1台で、電源ケーブル長を変化させた場合の影響の確認	B1	

表2-3：電源ケーブルの仕様

品名	型式番号	メーカー名	備考
キャプタイヤ・ケーブル	VCTF	—	2mm ² 2芯/3芯

表2-4：各照明器具の試験条件

照明器具	電圧／周波数	電源ケーブル
40形蛍光灯器具相当 LED照明器具	AC200V／50Hz	VCTF 3芯
電球形LEDランプ	AC100V／50Hz	VCTF 2芯

表2-5：測定機器の仕様

品名	型式番号	メーカー名	備考
パイログ・アンテナ	HLP2006C	TDK	20MHz－6GHz
スペクトラム アナライザ	ESCI	R&S	—

3. 実験結果

3-1) アンテナの指向性の影響確認

複数の器具を評価する場合、同じ位置に器具を配置することは困難であるので、今回の試験範囲（9灯）でアンテナの指向性への影響を確認した。

1台の照明器具をアンテナの正面に配置した場合と、正面から2m置き（最大8m離れた状態）に配置した場合とで変化を確認した。図3-1に評価時の配置状態を示す。放射源が器具本体と電源ケーブルの垂直部分になるように水平方向の電源ケーブルは床に配置した。

試験結果を図3-2（垂直偏波）(b)～(f)に示す。

この結果で判るように、ピーク値は若干変化するが著しい変化はない。40MHz、60MHzと160MHzの周波数に焦点を当てた変化でまとめたものが図3-3であり、ほぼ一定と見なすことができると推定する。

水平偏波の各試験データについては、紙面の都合上省略して、70MHzでのデータのみを図3-4に示す。

こちら、ほぼ4dB以内に収まっており、ほぼ一定と見なすことができると推定する。

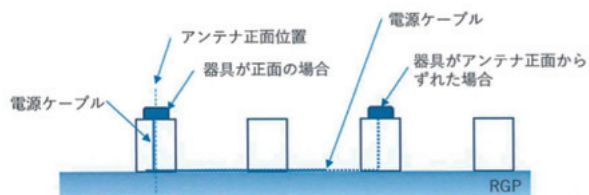


図3-1：アンテナの指向性確認のための配置状態

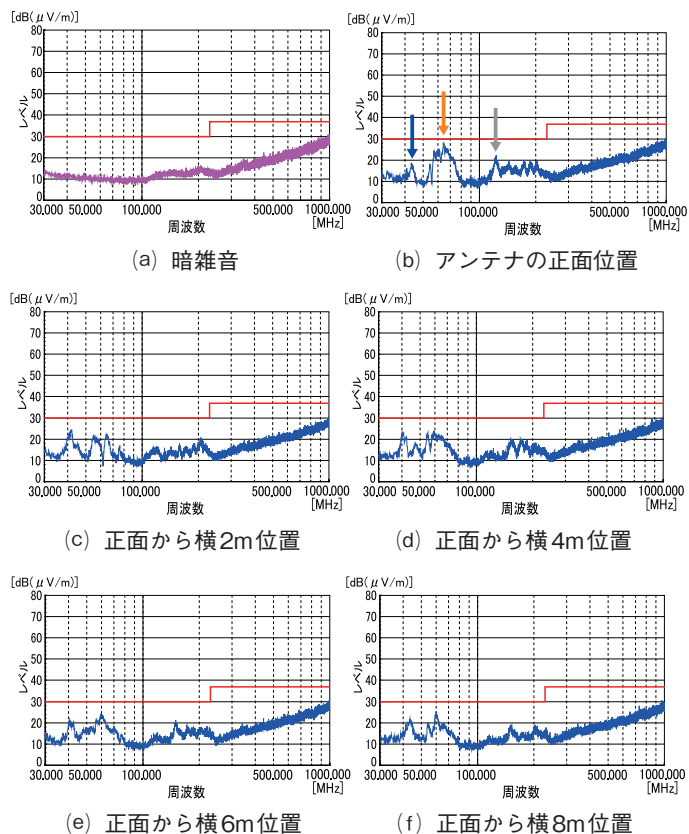


図3-2：アンテナの指向性の影響の確認（垂直偏波）(b)～(f)

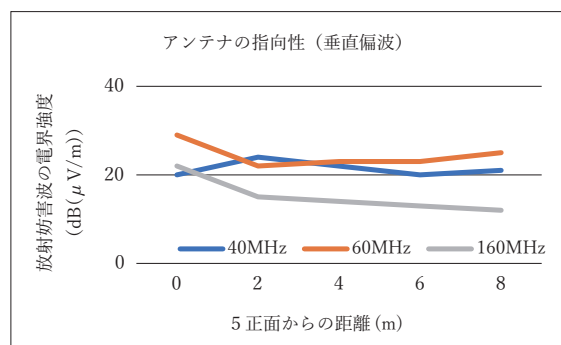


図3-3：アンテナの指向性の影響の確認（垂直偏波）

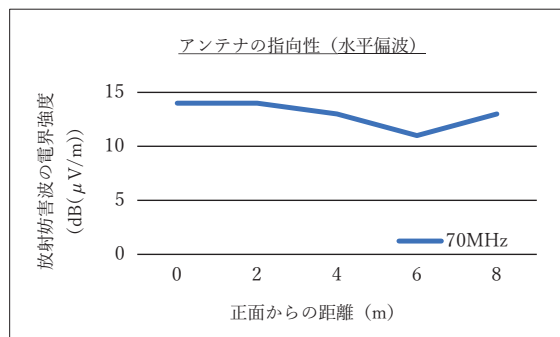


図3-4：アンテナの指向性の影響の確認（水平偏波）

3-2) 使用するEUTの個々の放射妨害波のバラつき確認

試験に使用する個々の照明器具のノイズ特性がバラつくとも試験結果に影響するので、個々のノイズ特性を

把握する。各試験データは、紙面の都合上省略するが経験上把握している製品ロット間内のバラツキ内（4～5dB）であった。

3-3) 照明器具の離隔距離を0m、1m、2mとした場合の放射妨害波への影響確認

3-3-1) 40形蛍光灯器具相当LED照明器具の場合

40形蛍光灯器具相当LED照明器具の離隔距離を0m、1m、2mと変えて配置した状態を写真3-1～写真3-3に示す。そして、その試験データ(水平偏波)を図3-5に示す。縦が灯数の変化、横が離隔距離の変化を示している。

3灯時の結果において、離隔距離が0mから1m、2mと増えることで70MHzのピーク値が下がっていることが判る。

離隔距離0mでは70MHzしかピーク・ポイントがないが、離隔距離1mや2mでは70MHzに加えて、120MHzにピーク・ポイントが存在している。



写真3-1：離隔距離 0m



写真3-2：離隔距離 1m

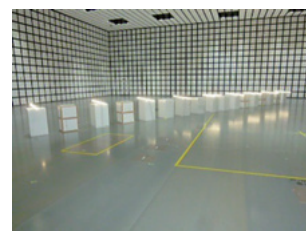


写真3-3：離隔距離 2m

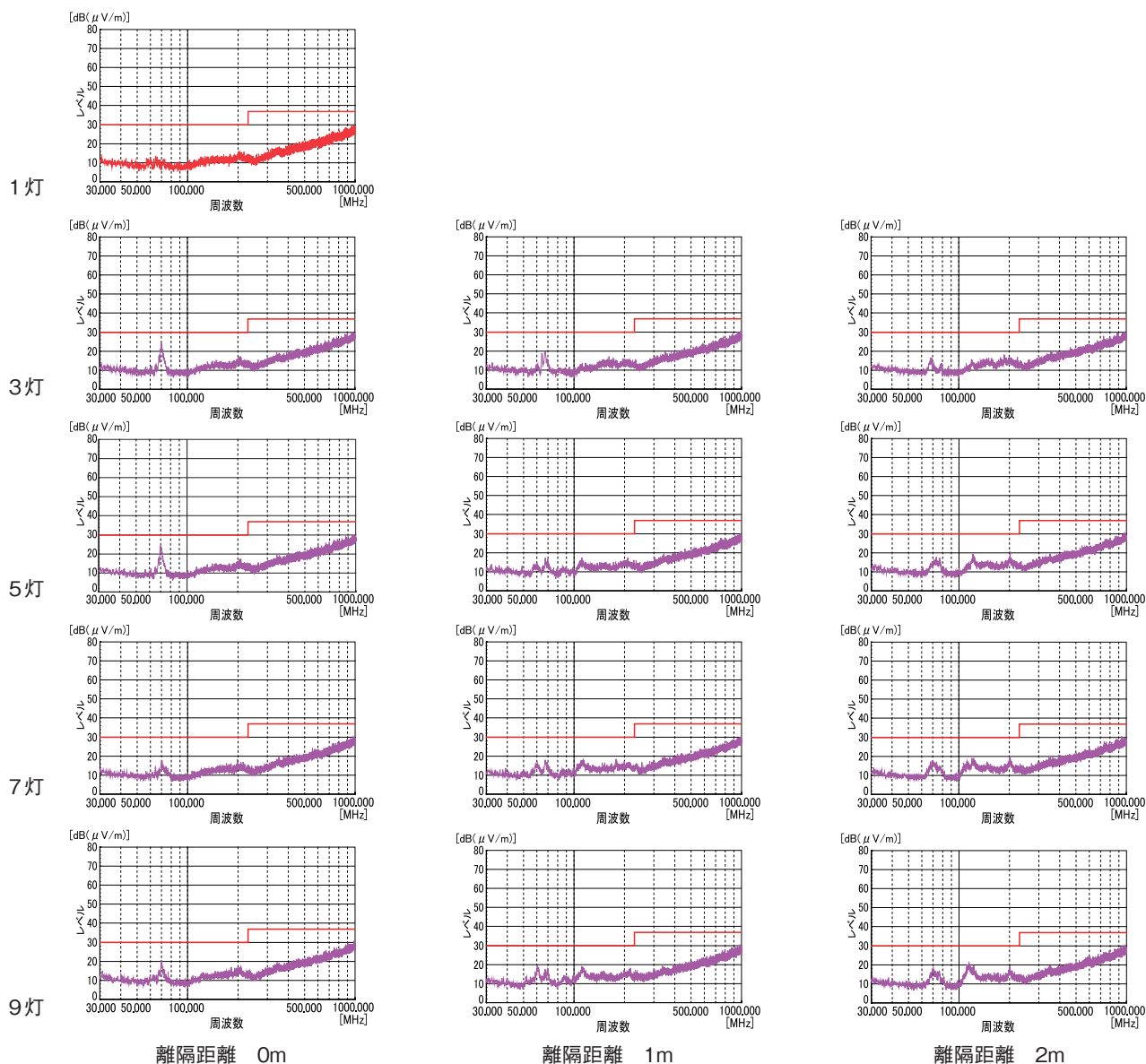


図3-5：40形蛍光灯器具相当LED照明器具での離隔距離の影響の確認（水平偏波）

離隔距離0mでの1灯から9灯の変化によるピーク周波数70MHzでの変化をまとめたものが図3-6である。3灯時でレベルが高くなっているが、その後はほぼ一定になっていることが判る。

同じく離隔距離1m、2mでの結果をまとめたものが図3-7と図3-8である。それぞれの各試験データは、紙面の都合上省略する。

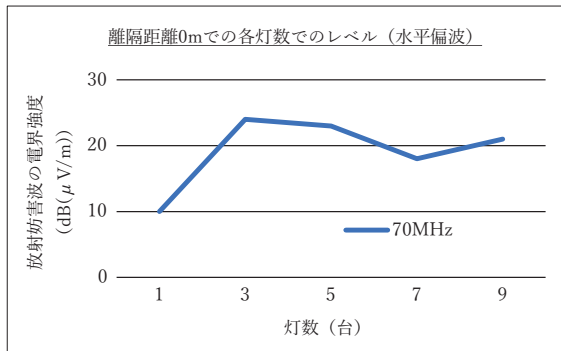


図3-6：離隔距離0mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

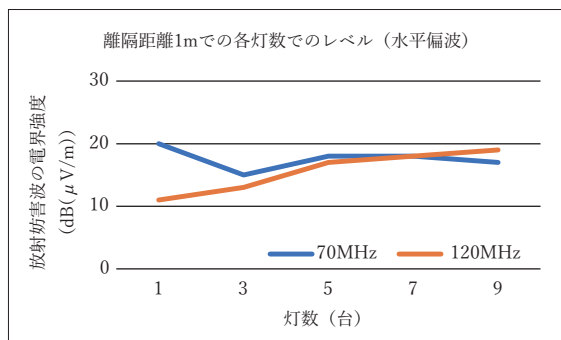


図3-7：離隔距離1mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

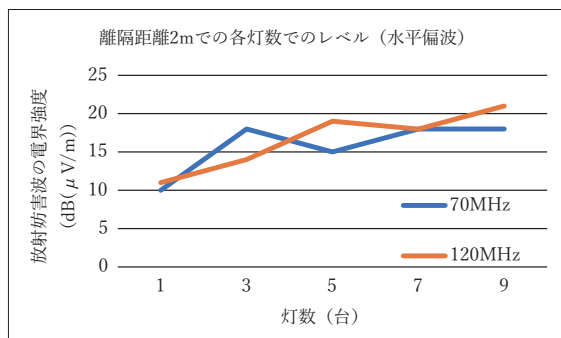


図3-8：離隔距離2mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

同じく40形蛍光灯器具相当LED照明器具の垂直偏波での試験データをまとめたものが、図3-9、図3-10と図3-11である。これらの結果から、垂直偏波に関してはほとんど灯数が増えても影響はないことが判る。各試験データは、紙面の都合上省略する。

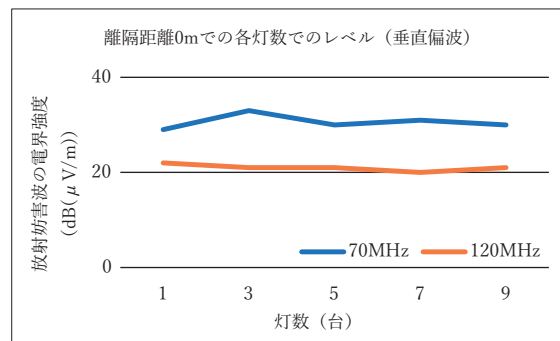


図3-9：離隔距離0mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

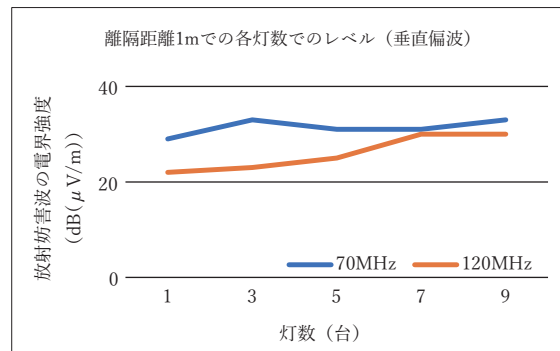


図3-10：離隔距離1mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

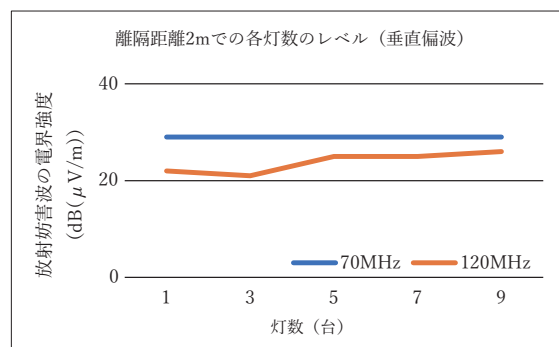


図3-11：離隔距離2mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

3-3-2) 電球形LEDランプ（同機種）の場合

次に電球形LEDランプ（同機種）での離隔距離と灯数との変化に関する試験評価配置を写真で示す。

写真3-4は離隔距離0mの状態であり、一枚の板の上にレセプタクルを9個配置し点灯させている。写真3-5と写真3-6は個々の支持台に一個のレセプタクルを配置している。

水平偏波での試験データをまとめたものが、図3-12、図3-13と図3-14である。これらの結果から、3灯までは灯数の増加でレベルが増えているが、それ以降はあまり変化していないことが判る。各試験データは、紙面の都合上省略する。

垂直偏波での試験データをまとめたものが、図3-15、図3-16と図3-17である。垂直偏波に関しては、灯数

が増加してもレベルが変化していないことが判る。各試験データは、紙面の都合上省略する。



写真3-4：離隔距離 0m

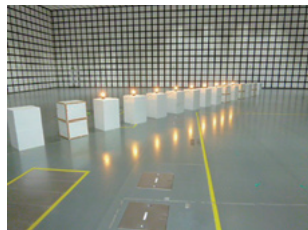


写真3-5：離隔距離 1m

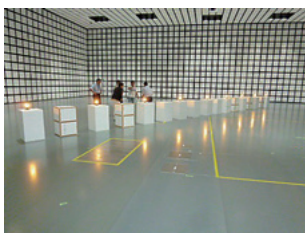


写真3-6：離隔距離 2m

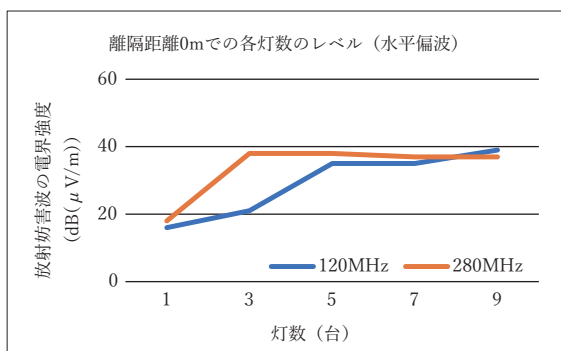


図3-12：離隔距離0mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

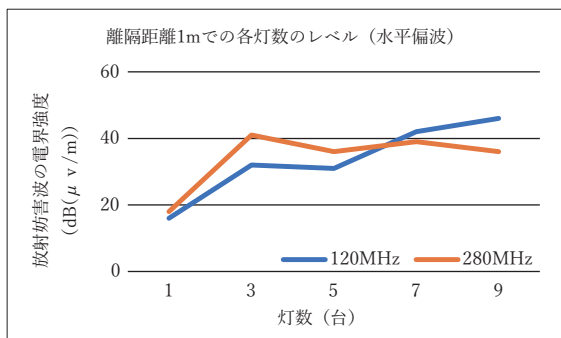


図3-13：離隔距離1mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

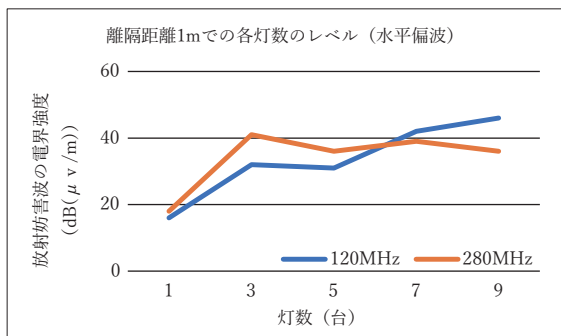


図3-14：離隔距離2mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

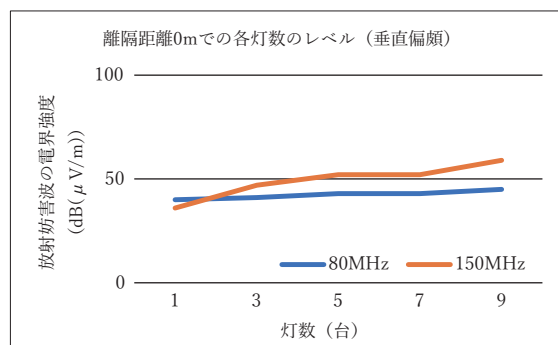


図3-15：離隔距離0mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

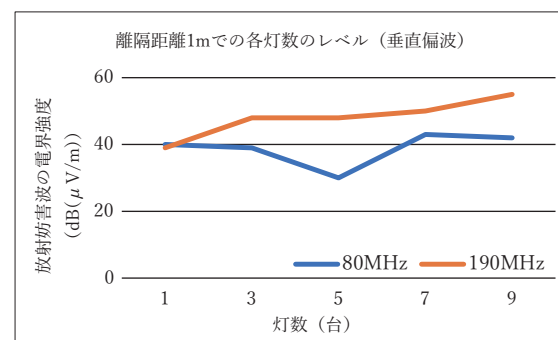


図3-16：離隔距離1mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

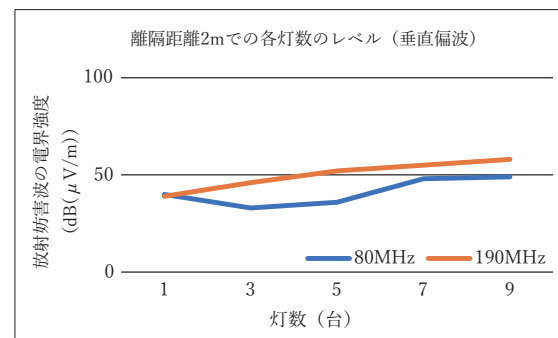


図3-17：離隔距離2mでの灯数変化の影響の確認（垂直偏波）

3-3-3) 電球形LEDランプ(異機種)の場合

異機種の電球形LEDランプの場合の水平偏波について、離隔距離0m、1m、2mの結果を図3-18、図3-19、図3-20に示す。個々のランプのピーク周波数が異なるため、ランプ数を増やしてもノイズは増えていなく、ノイズレベルの高いランプが入った時点（9灯）で急激にレベルが上昇することが確認できた。

各試験データ、及び垂直偏波での結果は、紙面の都合上省略する。

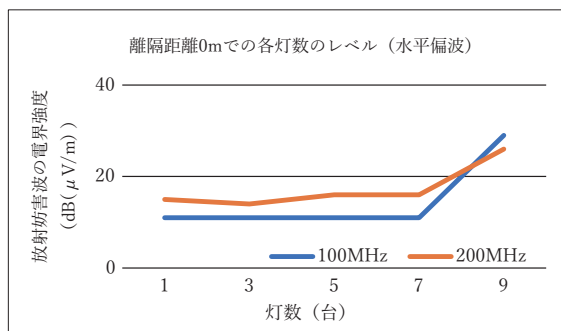


図 3-18： 離隔距離0mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

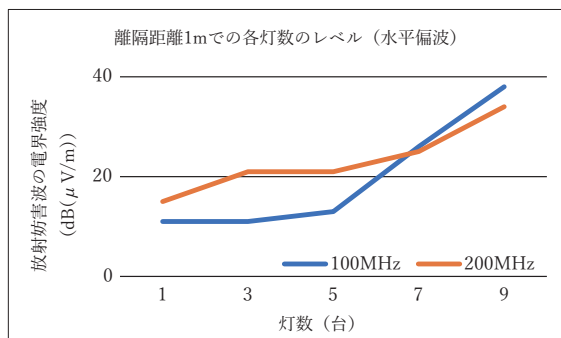


図 3-19： 離隔距離1mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

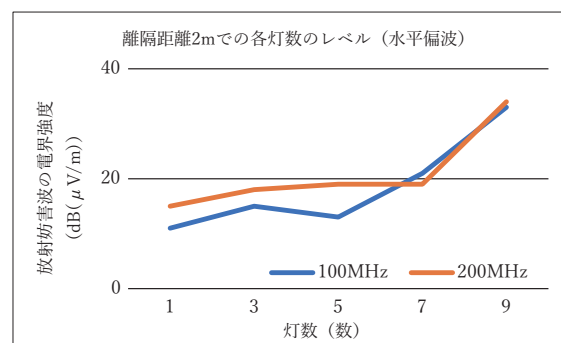


図 3-20： 離隔距離2mでの灯数変化の影響の確認（水平偏波）

3-4) 電球形LEDランプ1台で、電源ケーブル長を変化させた場合の放射妨害波への影響確認

今回の試験において灯数や離隔距離を変えたりして、放射妨害波レベルの変化を確認したが、そもそも電源ケーブル長を変えることで、放射妨害波レベルが変化するのかを電球形LED電球を用いて確認した。

測定配置状態を写真3-7に示す。電源ケーブルは高さ0.8mの支持台上で0m～8mまで2mずつ変化させて確認した。

その試験データを図3-18に示す。左側が水平偏波（赤）、右側が垂直偏波（青）である。電源ケーブル長が変化することで、ピーク周波数もレベルも変化していることが確認できる。

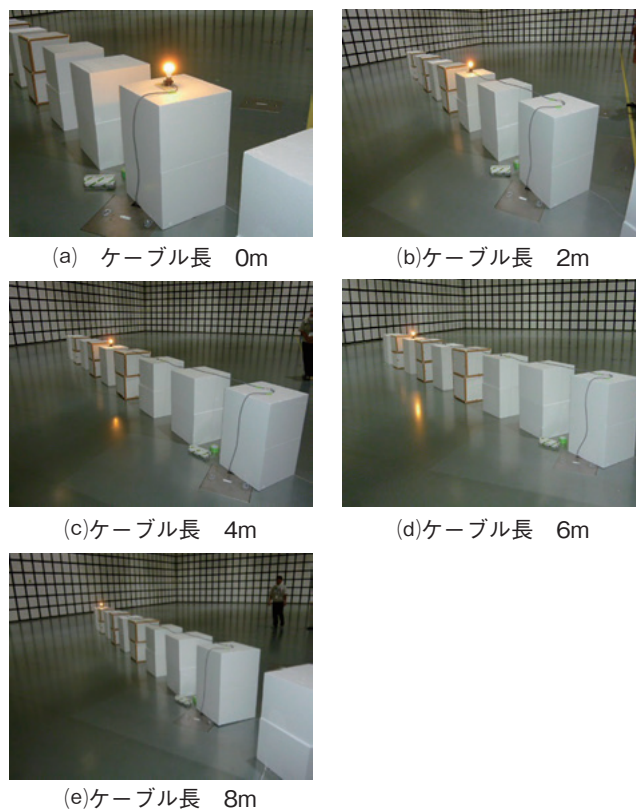
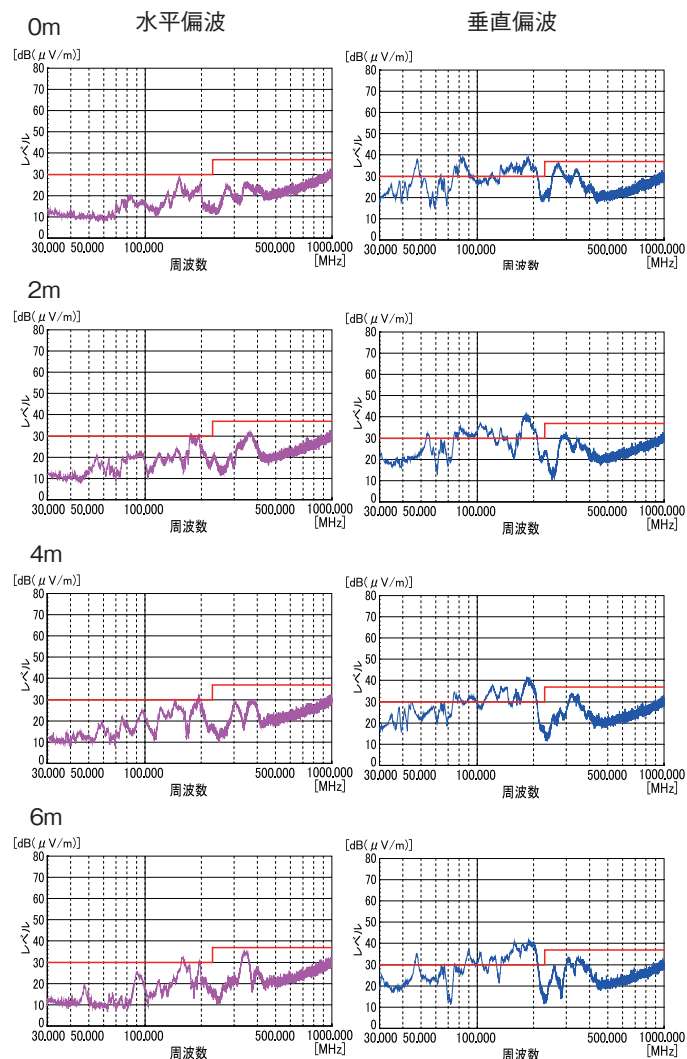


写真 3-7： 各電源ケーブル長での配置(a)～(e)



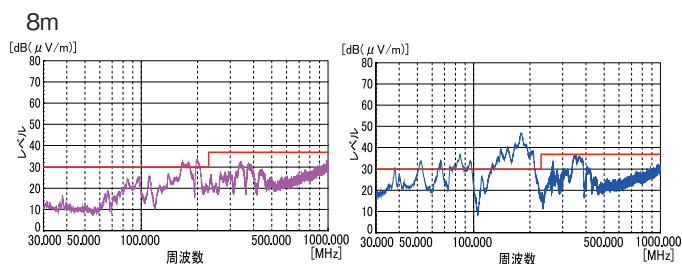


図3-18：電源ケーブル長の影響の確認

4. 考察

今回の試験結果から、水平偏波と垂直偏波といった観点から眺めると、水平偏波に対して垂直偏波では、灯数が増加しても放射妨害波のレベルはあまり増加していなことが判る。

(参照：図3-9、図3-10、図3-11、図3-15、図3-16、図3-17)

この理由としては、水平偏波が床面の反射や各離隔距離に存在する電源ケーブルからの放射の影響があるのではないかと推定する。

また、今回の照明器具の多灯時の評価に関して、灯数が増加しているにも関わらず、放射妨害波のレベルが低下していることに疑問があるが、推測される原因としては、床面の反射や電源ケーブル長が変化したことでのピーク周波数のズレなどが想定できるが、被害を受ける機器が特定の位置にあることから特段問題視する必要もないと推定する。今回はCISPR 15に基づいた放射妨害波の測定方法（0.8m高さの支持台上に照明器具を1台配置）で評価したが、多灯点灯状態の評価をこの状態で行うことが良いのか？という疑問がある。それよりも先ず、照明器具の実情に基づいた多灯状態で評価すべきでは？と考える。

5. 結論

- (1) 照明器具（電球形LEDランプを含む）において、器具の台数の増加に伴う放射妨害波レベルの相加性に関しては「全くない」とは言えないことが確認できた。

また、全般的に1灯⇒3灯間での相加性が大きい

原因としては、アンテナの指向性ではなく、アンテナと照明器具の相対的な距離が影響しているのではないかと推定する。

- (2) 照明器具からの放射妨害波に関しては、その雑音源は照明器具であるが、放射源は器具本体よりも電源ケーブルが支配的であることは過去の経験から把握できている。

今回、加えて電源ケーブル長が変化することで放射妨害波のピーク周波数やそのレベルが変化することが確認できた。

- (3) 市場においては、照明機器の配置や離隔距離は個々の現場によって千差万別であり、標準化することは困難である。
- (4) 上記の結果より、照明器具の灯数の増加による放射妨害波の増加を推定することは非常に難しいと想定する。
- (5) 多灯点灯時の評価データとしては非常に不十分なものはあるが、CISPR総会において、照明器具の多灯点灯時の評価に関して、情報提供の協力依頼があった場合には協力していきたい。

2018年度 イミュニティ委員会の活動

サージ発生器の適用規格 (IEC 61000-4-5 Ed.2 と Ed.3)、及び PoE 機能付き通信ポートのサージイミュニティ試験への同発生器の規格版数の影響に関する調査研究

一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 (CIAJ) 電磁妨害対策技術委員会
太田 慎也

1. 背景

サージイミュニティ試験の基本規格 (IEC 61000-4-5) は、Ed.3にてサージ発生器と電源用CDNとの技術矛盾を無くし、Ed.2では規定されていなかった通信線用CDNの出力波形が規定された。Ed.3では、サージ発生器に18 μ Fのコンデンサを接続して出力波形の校正を行うが、通信線への試験では、この18 μ Fのコンデンサを取り外す規定のため、通信線用CDNには校正した波形とは異なる波形が印加されることになる。今回は、Ed.2とEd.3の試験条件の違いによって生じるサージ電圧、サージ電流の波形特性の変化などについて調査・検討を行い、試験を実施する際の注意点等の洗い出しを行った。

CIAJイミュニティガイドライン (CES-0030-3) での雷サージイミュニティは図1のように規定されている。これは国際規格CISPR 24に準拠した試験仕様である。

表 4-1 試験レベル

印加箇所	試験仕様	単位	注記事項	判定基準
信号ポート	1	kV	注 1	C
通信ポート	4 10/700	kV T1/T2 μ s	注 2	
入力 DC 電源ポート	0.5 (コモンモード) 1.2/50(8/20)	kV T1/T2 μ s	注 1 ライン-大地間に適用	B
入力 AC 電源ポート	1 (ノーマルモード) 2 (コモンモード) 1.2/50(8/20)	kV T1/T2 μ s	注 3	B

注 1 製造業者の仕様に従い屋外ケーブルに直接接続される可能性のあるポートにのみ適用する。
 注 2 一次保護回路の取り付けを前提にしたポートに対し、一次保護回路を取り付けて 4kV までのサージ電圧を印加する。そうでない場合は、一次保護回路を用いずに 1kV の試験電圧を印加する。
 注 3 製造業者が保護手段を規定している場合で試験中におけるこれらの保護手段の評価の模範が実行できない時は、適用する試験レベルは 0.5kV (ライン対ライン間)、1kV (ライン対大地 (グラウンド) 間) に引き下げても良い。

図 1 雷サージイミュニティの試験レベル

上記のように、電源ポートへの印加試験では、判定基準がB (一時的性能劣化がユーザの介入なしで復旧

するのは許容される) であるのに対し、信号ポートや通信ポートでは判定基準C (電源オフ・オンのようなユーザの介入で復旧する機能損失も許容される) となっている。本件についてCISPRの審議の中で、全てのポートにおいて判定基準Bを適用すべきという意見が上がっているため、今回の実験は判定基準Bを採用した。

2. 試験構成および試験条件

1) 試験構成

試験構成を図2.1、図2.2に示す。EUTに接続するPCの保護のためEthernet用サージ保護器 (SPC) を挿入した。

試験構成 (各IP電話機は前回使用したものを再使用する)

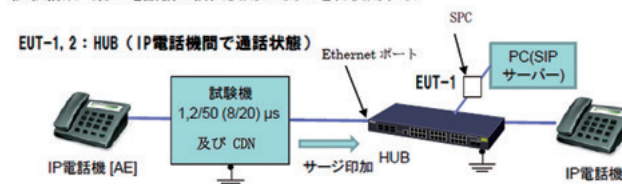
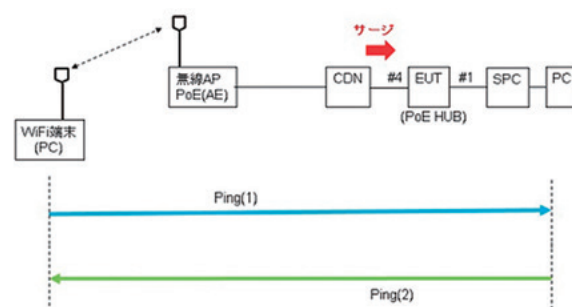


図 2.1 試験構成 (1)



(注1) 図中の#1, #4は接続するLANポートの番号を示す。
 (注2) PCのLAN_ADP (LANポート) には、それぞれのIPアドレスを設定すること。

図 2.2 試験構成 (2)

試験の際には、Wi-Fi端末とPCの間にてpingを連続送信した状態に設定した。

2) EUTとAEについて

AC 100V入力のもの（EUT-1と呼ぶ）、及びACアダプター方式のもの（同EUT-2）の二種類を使用した。AEとしてIP電話機に加え、無線アクセスポイント（AP）を使用した。

3) サージ波形および試験条件について

CISPR 24やCIAJイミュニティガイドラインでは以下の記述があるため、1.2/50（8/20） μ sの波形で試験を実施した。

『10/700 μ sの波形に対する結合回路が高速データポートに対して影響を及ぼす場合には、1.2/50（8/20） μ sの波形と適当な結合回路を使用して実施してもよい。』（同ガイドラインの表10-2に記載の注7）。

試験条件を以下に示す。

- ①試験電圧…基本的に1 kVのみ。
 - 必要に応じて低い電圧値でも実施。
 - ②印加極性…「+」と「-」の二種類。
 - ③印加回数…繰り返し試験を除き、各1回。
- （EUTのFGは基準グラウンドに接続した）

4) 使用した二種類のCDN

試験には、以下に示すCDN（回路案1）、およびCDN（回路案2）を使用した（詳細はCIAJホームページ（*）の通信装置におけるイミュニティガイドラインのページを参照）。CDNの回路構成はIEC 61000-4-5 Ed.3のFig.11に記されたものを参考として本委員会で検討した回路である。本回路では、PoE給電初期化シーケンスに影響を与える1（2）対と3（6）対に等価的に入る容量成分を低減させる為、回路案2においては、CD（Coupling Device）として低容量のサージ防護素子（TSS）を使用した。他方、回路案1においては、各C1としてPoE給電初期化シーケンスに影響を与えない容量値を選択した。中点タップ付きトランスを使用することにより、1（2）と3（6）の各芯に印加されるサージ波形の振幅、および変化タイミング（立上がりエッジや立下りエッジの時間タイミング）が揃うことが確認されている。

（*）https://www.ciaj.or.jp/standards_publications.html

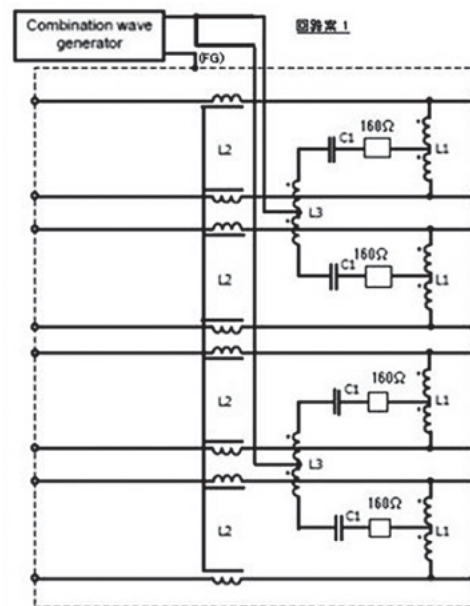


図2.3 CDN（回路案1）

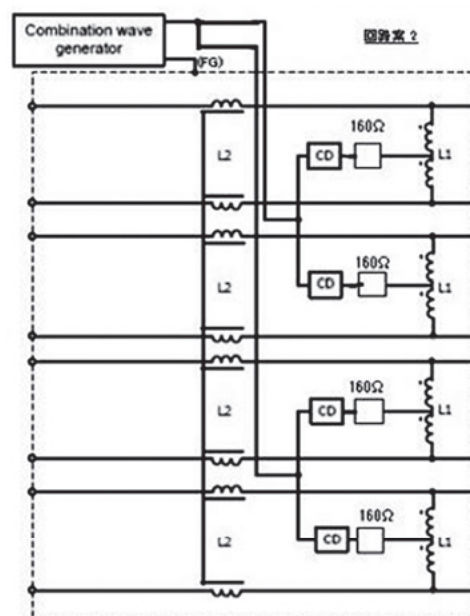


図2.4 CDN（回路案2）

参考のために、CDN（回路案1）の外観を以下（図2.5）に示す。

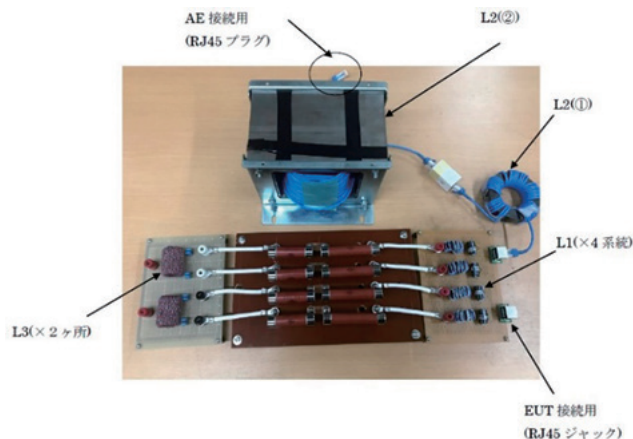


図2.5 CDN（回路案1）の外観

5) PoE 電圧の観測治具

EUT内部の回路に直接触れずに測定する為の簡易的な方法として、今回の実験では、右に示す抵抗器を使ったコモン電位生成治具を作製した。具体的には、RJ-45コネクタの1-2pin間の中点をx端子、3-6pin間の中点をy端子として、x点とy点の電位の差分を「PoE電圧」として観測した。

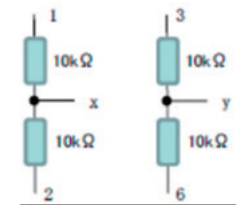


図2.6 PoE電圧治具

6) 多数のプロブ

各芯線に加わる波形を同時に測定するため、高電圧プローブ(4p)、PoE電圧測定治具と高電圧差動プローブ、電流プローブ(4p)を給電ライン(1,2,3,6pin)に接続した。



対地電圧測定
(CDN-1の場合)

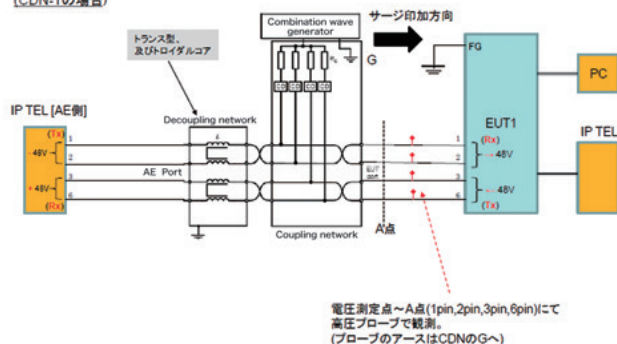


図2.7 対地電圧測定

電流測定点
(CDN-1の場合)

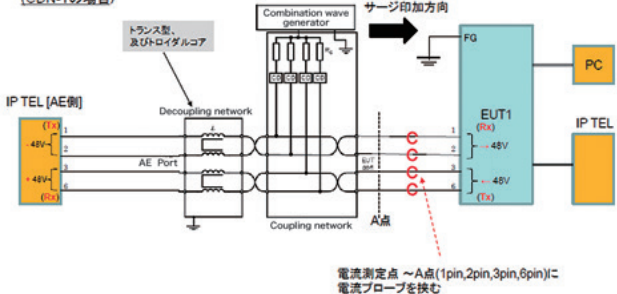


図2.8 電流測定

図3.1と図3.2に示す。CDNの校正は、Ed.2に記述がないため、Ed.3の方法で実施した。

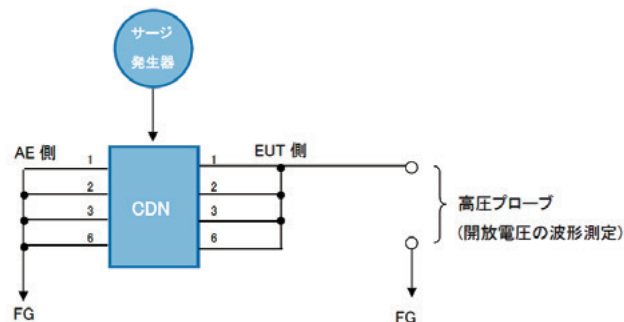


図3.1 開放電圧測定

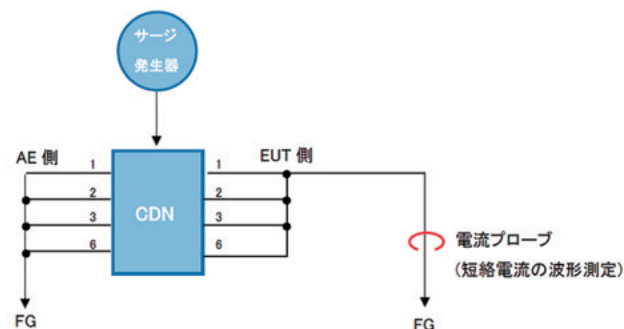


図3.2 短絡電流測定

CDNの開放電圧と短絡電流の測定結果を表3.1 (Ed.2対応サージ発生器)と表3.2 (Ed.3対応サージ発生器)に示す。

表3.1 CDNの出力波形 (Ed.2対応サージ発生器)

Surge waveform specifications at EUT port in the Ed.3.0 (Table10)	Voc at CDN EUT output	Voltage Front Time (Tf)	Voltage duration (Td=Tw)	Isc at CDN EUT output	Current Front Time(Tf)	Current duration (Td=1.18Tw)
	2 kV ± 10 % (1.8~2.2) kV	1.2 μs ± 30 % (0.84~1.56) μs	45 μs ± 30 % (31.5~58.5) μs	48 A ± 20 % (38.4~57.6) A	1.5 μs ± 30 % (1.05~1.95) μs	45 μs ± 30 % (31.5~58.5) μs
CDN(回路案 1)	2.04 kV	1.35 μs	53.16 μs	47.85 A	1.56 μs	33.78 μs
CDN(回路案 2)	1.97 kV	1.38 μs	54.95 μs	49.02 A	1.64 μs	53.71 μs

表3.2 CDNの出力波形 (Ed.3対応サージ発生器)

Surge waveform specifications at EUT port in the Ed.3.0 (Table10)	Voc at CDN EUT output	Voltage Front Time (Tf)	Voltage duration (Td=Tw)	Isc at CDN EUT output	Current Front Time(Tf)	Current duration (Td=1.18Tw)
	2 kV ± 10 % (1.8~2.2) kV	1.2 μs ± 30 % (0.84~1.56) μs	45 μs ± 30 % (31.5~58.5) μs	48 A ± 20 % (38.4~57.6) A	1.5 μs ± 30 % (1.05~1.95) μs	45 μs ± 30 % (31.5~58.5) μs
CDN(回路案 1)	2.04 kV	1.34 μs	53.21 μs	47.85 A	1.49 μs	33.13 μs
CDN(回路案 2)	1.98 kV	1.41 μs	55.11 μs	49.02 A	1.40 μs	58.47 μs

両版のサージ発生器によるCDNの出力波形は、回路案1、回路案2共にEd.3 (Table10)に示されているCDNの出力波形の定義を満たしていることを確認した。

CDN (回路案2) のCurrent Duration特性は、CDN (回路案1)と比較し、上記CDNの出力波形定義のマーヅンが少ない。この影響を調査するため、以降の試験は、CDN (回路案2)を使用した。

3. 実験結果

1) サージ発生器とCDNの特性調査

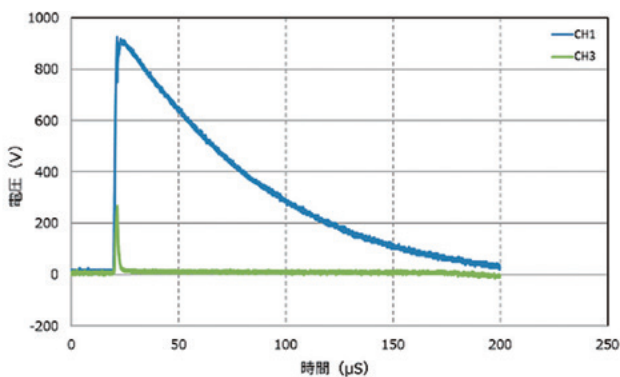
CDNの開放電圧測定と短絡電流測定の測定回路を

2) Ed.2に対応したサージ発生器による試験

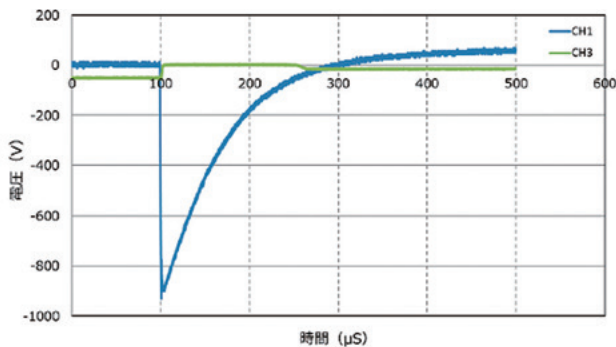
表3.3 Ed.2に対応したサージ発生器による試験結果

EUT 区分	AE 区分	印加 サージ [V]	EUT リブート 有無	AE リブート 有無	PoE 電圧 瞬断有無	EUT 復旧 有無	AE 復旧 有無	備考
EUT-2	IP 電話	+1k	無	有	有	-	有	観測波形①
EUT-2	IP 電話	+0.5k	無	有	無	-	有	
EUT-2	IP 電話	-0.5k	有	有	有	有	有	
EUT-2	IP 電話	-1k	有	有	有	有	有	
EUT-2	無線 AP	+1kV	無	無	有	-	-	
EUT-2	無線 AP	-1kV	有	有	有	有	有	
EUT-1	IP 電話	-1k	無	有	無	-	有	観測波形②
EUT-1	IP 電話	-0.5k	無	有	無	-	有	
EUT-1	IP 電話	+0.5k	無	有	有	-	有	
EUT-1	IP 電話	+1k	無	有	有	-	有	
EUT-1	無線 AP	+1kV	無	無	有	-	-	
EUT-1	無線 AP	-1kV	無	無	無	-	-	

a. 観測波形① (+1kV 印加)

図3.3 Ed.2での+1kV印加
(CH1: サージ電圧、CH3:PoE 電圧)

b. 観測波形② (-1kV 印加)

図3.4 Ed.2での-1kV印加
(CH1: サージ電圧、CH3:PoE 電圧)

c. 観測波形③ (-- 給電断、および自動復旧の例)

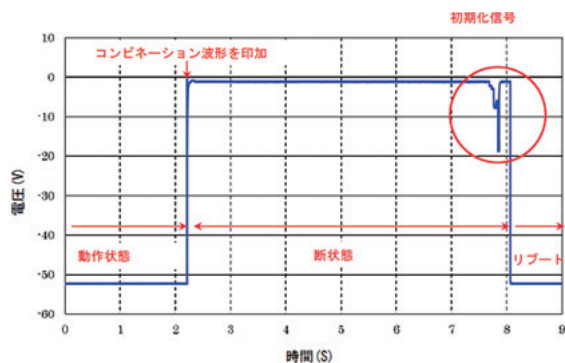


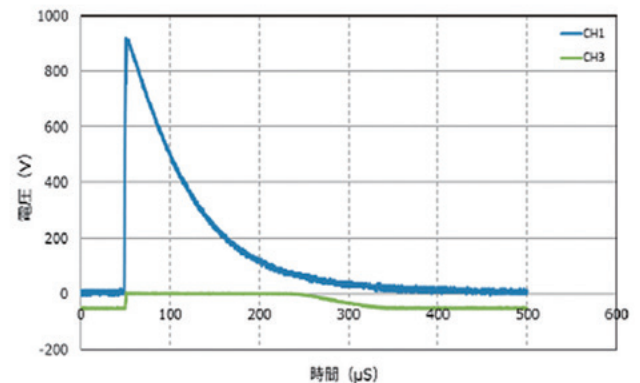
図3.5 PoE 電圧波形 (リブート発生時)

3) Ed.3に対応したサージ発生器による試験

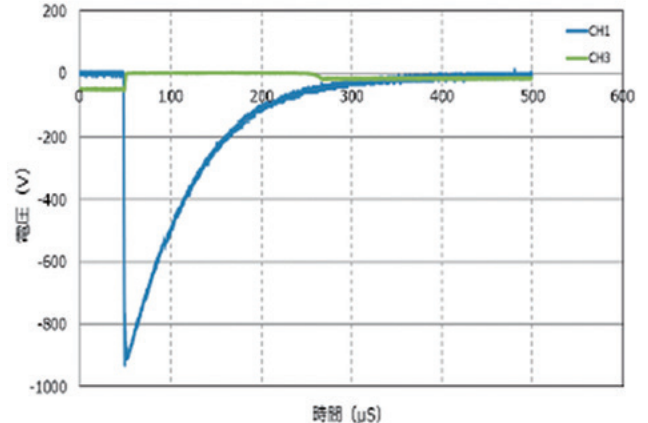
表3.4 Ed.3に対応したサージ発生器による試験結果

EUT 区分	AE 区分	印加 サージ [V]	EUT リブート 有無	AE リブート 有無	PoE 電圧 瞬断有無	EUT 復旧 有無	AE 復旧 有無	備考
EUT-2	IP 電話	+1k	無	有	有	-	有	観測波形④
EUT-2	IP 電話	+0.5k	無	有	無	-	有	
EUT-2	IP 電話	-0.5k	有	有	有	有	有	
EUT-2	IP 電話	-1k	有	有	有	有	有	
EUT-2	無線 AP	+1kV	有	有	有	有	有	
EUT-2	無線 AP	-1kV	有	有	有	有	有	観測波形⑤
EUT-1	IP 電話	-1k	無	有	無	-	有	
EUT-1	IP 電話	-0.5k	無	有	無	-	有	
EUT-1	IP 電話	+0.5k	無	有	有	-	有	
EUT-1	IP 電話	+1k	無	有	有	-	有	
EUT-1	無線 AP	+1kV	無	無	無	-	-	
EUT-1	無線 AP	-1kV	無	無	無	-	-	

a. 観測波形① (+1kV 印加)

図3.6 Ed.3での+1kV印加
(CH1: サージ電圧、CH3:PoE 電圧)

b. 観測波形② (-1kV 印加)

図3.7 Ed.3での+1kV印加
(CH1: サージ電圧、CH3:PoE 電圧)

+1kV 印加の際、Ed.2、Ed.3においてEUT-2リブート、AE（無線AP）リブートと動作が異なる場合があった。

尚、EUTリブート時の波形は、図3.5と同等である。

4) 複数回試験

EUT-1,2、AE（IP電話）、印加電圧（+1kV、-1kV）の条件で複数回（各5回）実施したところ、各装置の

動作（EUTリポート、AEリポート、PoE電圧瞬断）には再現性があることを確認した。

5) EUT側に流入するサージ電流・電圧の測定

a.Ed.2に対応したサージ発生器による試験

a-1. +1kV印加時

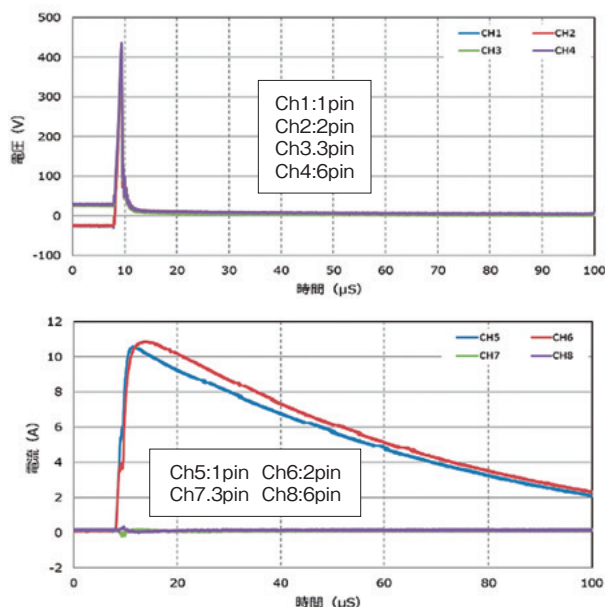


図3.8 Ed.2 +1kV印加時の各線の電圧(上)、電流(下)

a-2. -1kV サージ印加時

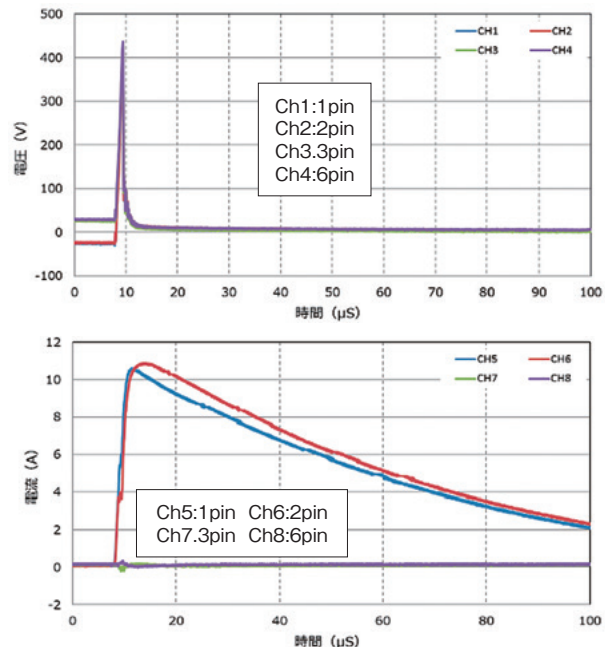


図3.9 Ed.2 -1kV印加時の各線の電圧(上)、電流(下)

b.Ed.3に対応したサージ発生器による試験

b-1. +1kV印加時

この場合のみ印加1回目と2回目以降で波形が異なる結果となった（サージ波形は数分後毎に連続印加）。EUT電源をOFF→ON後に再度印加すると1回目の

波形が再現した。

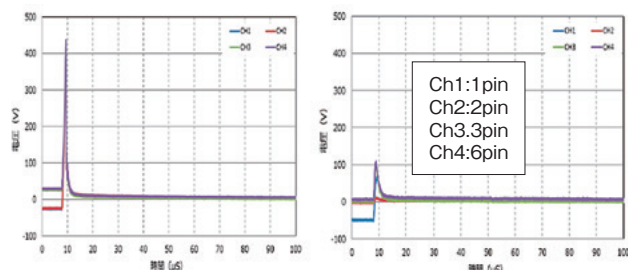


図3.10 Ed.3 +1kV印加時の各線の電圧
(左：1回目、右：2回目)

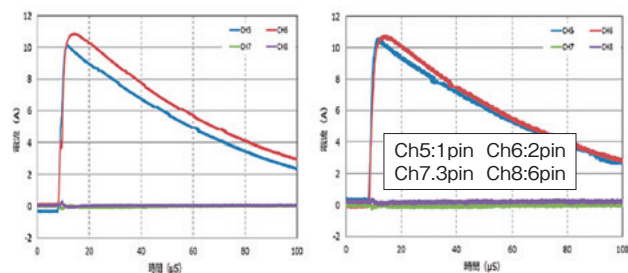


図3.11 Ed.3 +1kV印加時の各線の電流
(左：1回目、右：2回目)

b-2. -1kV印加時

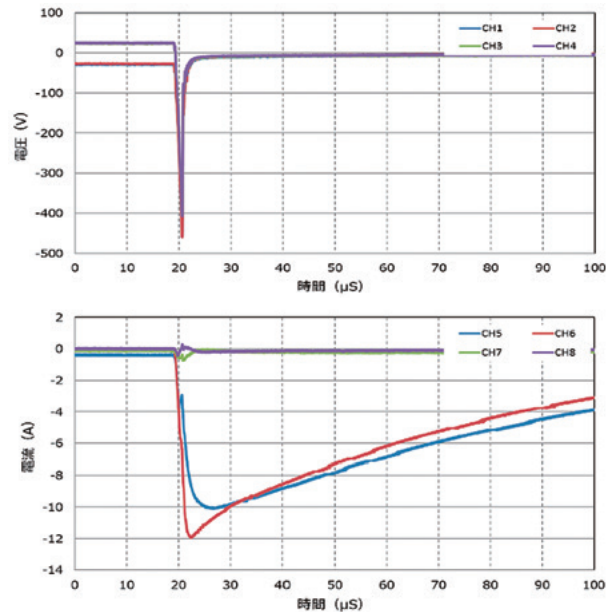


図3.12 Ed.3 -1kV印加時の各線の電圧(上)、電流(下)

6) AE側に流入するサージ電流測定

AE側に流入したサージ電流の状況を調べる為EUT-1およびEUT-2とIP電話機の対向セットにて、CDN（回路案2）を使った試験を実施した。ここでは、AE側のLANポートの1（2）、3（6）、4（5）、7（8）の各信号線”対”に電流プローブを装着し、各”対”に流れるサージ電流を観測した。ここで、「1（2）」とはLANケーブル芯線1と2の対を示している。測定の実験図を以下に記す。

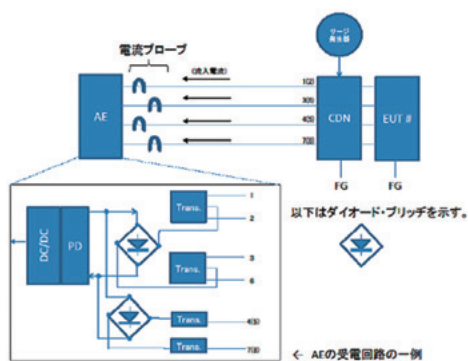
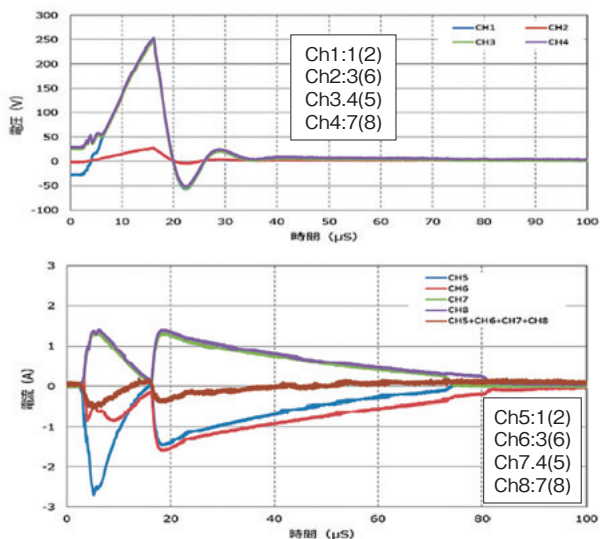


図3.13 AEに流入するサージ電流の測定系

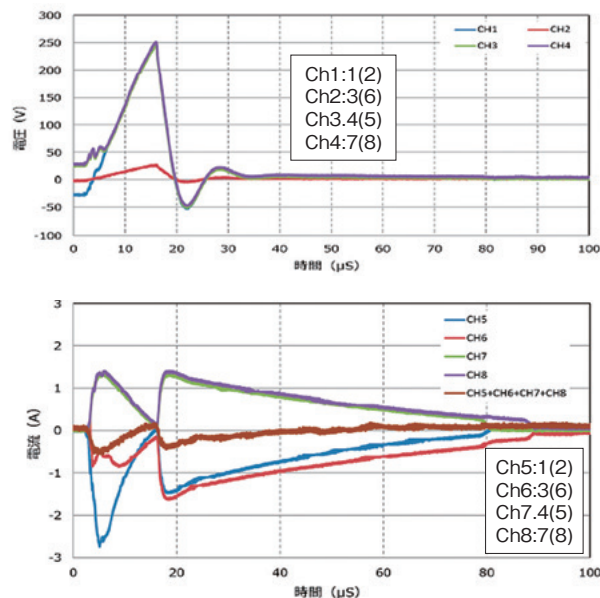
a. Ed.2に対応したサージ発生器による試験 (+0.3kV)

AE側に流れ込む電流を+（プラス）極性にて記述。
AE側にノーマル・モードのサージ電流が流れており、その総和はほぼ零になっていることを確認した。



b. Ed.3に対応したサージ発生器による試験 (+0.3kV)

Ed.2とほぼ同様（電流の総和はほぼ零）であることを確認した。



4. 結果のまとめ

本試験結果から明らかとなった点を以下に記載する。

- ・ CDN（回路案1）とCDN（回路案2）は、IEC 61000-4-5のEd.3に記載の校正方法にて校正した結果、出力電圧および電流は波形仕様を満たしていることを確認した。
- ・ IP電話機については、Ed.2、Ed.3対応のサージ波形において、機器それ自身は自動復旧する事を確認した。ただし、呼は切れた。今後、呼を再接続するACTIONを「Operatorの介在」と解釈するか否かの整理/判断についての更なる協議/整理が必要である。

また、EUT-2とCDN（回路案2）の組み合わせによるEd.3.0対応サージ印加の時に、+1 kVの1回目に印加した際のEUT側で観測した各線対地電圧が2回目以降、レベルが低下することを確認した。Ed.2とEd.3において、振る舞いが異なっていた。

- ・ 無線APにおいても、Ed.2、Ed.3対応のサージ波形において、「EUTリブート⇒PoE電圧断⇒AE自動復旧」の状態遷移が確認できた。

その結果、判定基準Bを満たすことを確認した。但し、Ed.2とEd.3において、EUTリブート及びAEリブートする振る舞いが異なっていた。

- ・ AEに印加されるサージ波形及びEUTからAEへ流入するサージ電流においては、Ed.2とEd.3の差分はみられなかった。また各信号線対の電流の総和が、ほぼ零になることを確認した。

5. 考察

Ed.2とEd.3に対応したサージ発生器による通信線へのサージ試験結果の差異について考察した。

サージ発生器の出力波形の校正方法は、表5.1に示す通りEd.2およびEd.3で異なっている。さらに、Ed.3は通信線の試験時には18 μ Fのコンデンサを外すことになっており、校正時と通信線への試験時で波形が異なる。これに対してEd.2は校正時と試験時が

同じ波形である。

表 5.1 サージ波形校正方法

規格	サージ発生器の校正	CDN の校正
Ed. 2	規定有	規定無
Ed. 3	規定有 18 μ F を接続	規定有 18 μ F を外して測定

このようにEd.2とEd.3では18 μ F のコンデンサ接続の有無による差があるため、CDNに回路案2のようなCD (Coupling Device) として低容量のサージ防護素子 (TSS) を使用した場合、図5.1の様に電流波形のcurrent durationに大きな差が生じる。

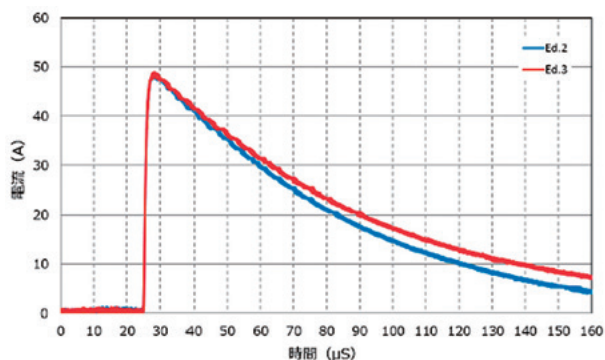


図 5.1 CDN (回路案2) の校正時の電流波形

また回路シミュレータにてサージ発生器とCDNの簡易モデルを作成して、シミュレーションを実施した結果を図5.2に示す。この結果から、実測と同様に18 μ F のコンデンサによる影響を確認した。

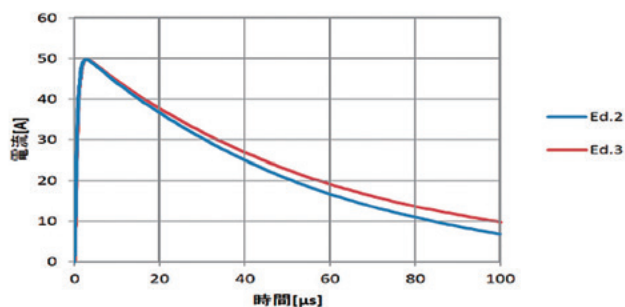


図 5.2 CDN (回路案2) のシミュレーション電流波形

以上から、リブート動作等が異なる結果となった要因は、18 μ F のコンデンサ有無によるcurrent durationの差によるものであると推定する。

圧波形および電流波形が異なる現象が確認された。この現象については、そのメカニズムを解明する必要があるため、今後の課題としたい。

7. CISPRへの対応

IEC 61000-4-5 Ed.2とEd.3のサージ発生器の違いによる通信線へのサージ試験結果の差異についてCISPR SC-I/MT8会合にて報告を行った。本会合の審議の結果、本内容はEd.2とEd.3の差異を示した有益な情報であるという結論に至り、IEC SC77B/MT12に文書として送られることとなった。

今後は、IEC SC77B/MT12への検討状況の確認や必要に応じて技術的な協力を行う予定である。

6. 課題

Ed.2とEd.3の印加条件にて、判定基準としての差は無かったものの、使用するEUTによって対地電

電波環境協議会主催講演会 「CISPR上海会議報告会」を開催

ARIBが事務局を務める 電波環境協議会（略称：EMCC）主催の標記講演会が、2月18日（火曜日）に計55名の出席のもと電波産業会で開催されました。

国際無線障害特別委員会（CISPR）会議は毎年開催されており、今年度は中国の上海において昨年10月14日から10月25日までの12日間にわたり開催されています。我が国からは、電波利用環境委員会 主査代理 山中 幸雄（国立研究開発法人情報通信研究機構）をはじめ、34名の方々が参加されました。



電波環境協議会では、広報活動の一環として、会員各位にCISPRの現状と動向を把握していただくため例年CISPR報告会を開催しており、今年度は「上海会議」に参加された下記6名の方々に、総会、各小委員会の審議概要について講演いただきました。はじめに、当協議会の藤野 義之企画委員長（東洋大学）から開会挨拶のあと、続いて下記の報告が行われました。

本講演会は、CISPR会議の審議状況の全容を広く把握・確認いただける唯一の機会として、今後も皆様のお役に立てるよう運営方法等改善を重ね継続実施してまいります。

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| 1. CISPR上海会議総会報告 | 山中 幸雄 氏（国立研究開発法人情報通信研究機構） |
| 2. SC-Aの審議概要 | 田島 公博 氏（NTTアドバンステクノロジー株式会社） |
| 3. SC-Bの審議概要 | 久保田 文人 氏（一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター） |
| 4. SC-Fの審議概要 | 高岡 宏行 氏（一般社団法人日本照明工業会） |
| 5. SC-Hの審議概要 | 松本 泰 氏（国立研究開発法人情報通信研究機構） |
| 6. SC-Iの審議概要 | 堀 和 行 氏（ソニー株式会社） |



山中 幸雄 氏



田島 公博 氏



久保田 文人 氏



高岡 宏行 氏



松本 泰 氏



堀 和 行 氏

－無断転載を禁ず－

EMCCレポート第35号

2020年3月

著 作：電波環境協議会

Electromagnetic Compatibility Conference Japan
〒100-0013 東京都千代田区霞が関1-4-1（日土地ビル）
一般社団法人電波産業会内
電波環境協議会事務局
TEL 03-5510-8596
FAX 03-3592-1103

