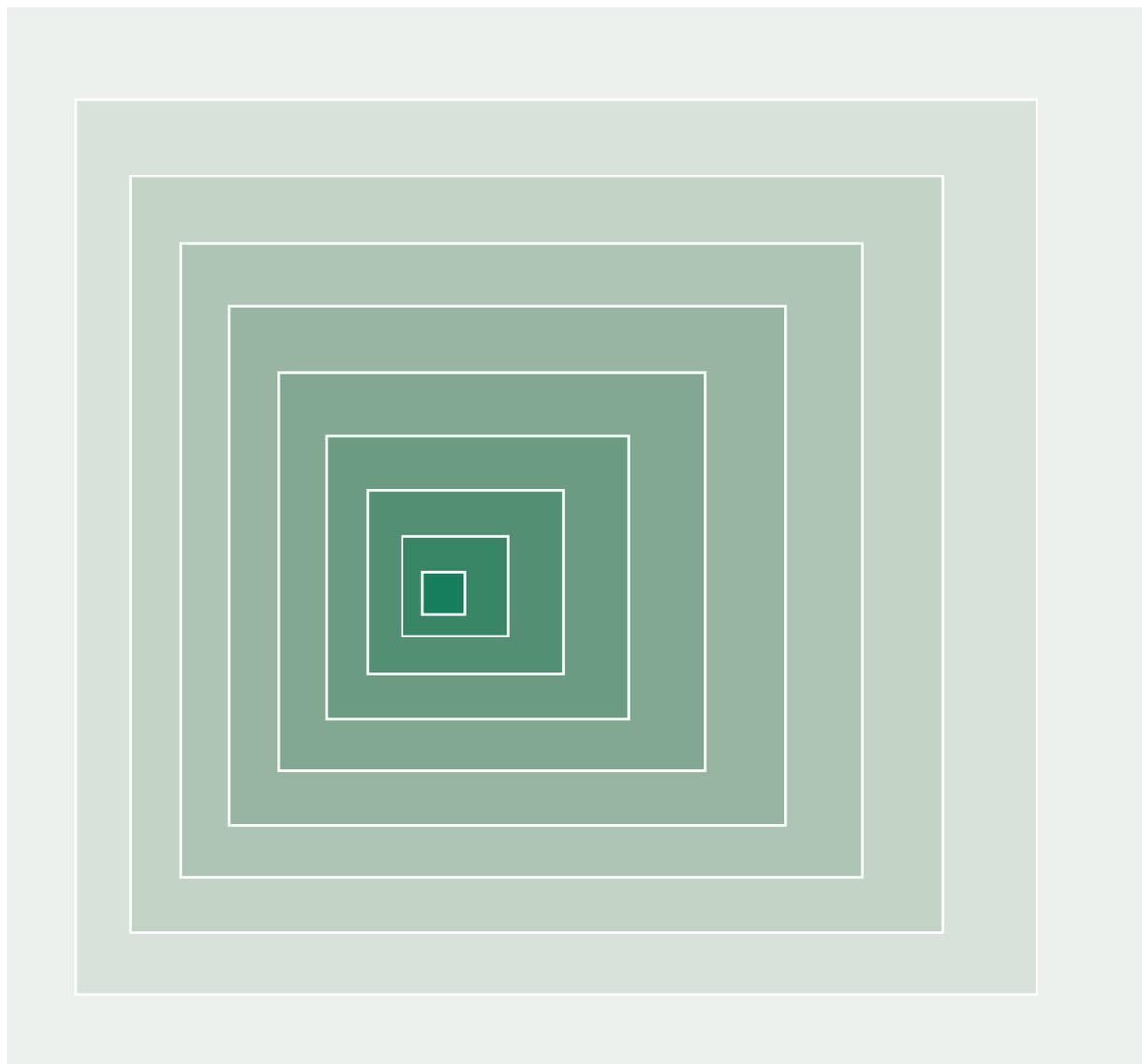


# EMCCレポート



著作：電波環境協議会

## EMCCレポート第33号 目次

- 我が国のCISPR活動の黎明期 ..... 3  
情報通信審議会技術分科会CISPR委員会 元主査  
杉 浦 行
  
- 平成28年度 妨害波委員会の活動  
CISPR 32における放電ノイズ等のAPD測定に関する調査研究報告 ..... 11  
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
  
- 平成28年度 妨害波委員会の活動  
医用テレメータが使用する周波数範囲でのLED照明機器のノイズ・レベルの調査・研究報告 ..... 18  
一般社団法人 日本照明工業会  
EMC合同小委員会  
平伴 喜光
  
- 平成28年度 イミュニティ委員会の活動  
PoE給電機能を持った通信ポートにおけるサージイミュニティ試験の調査研究 ..... 26  
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  
齊藤 利雄
  
- 総務省/電波環境協議会主催 電波環境協議会シンポジウム  
～医療機関における安心・安全な電波利活用促進シンポジウム～ ..... 34
  
- 第41回講演会～CISPRウラジオストック会議報告会～ ..... 35
  
- 編集後記 ..... 35

# 我が国のCISPR活動の黎明期

情報通信審議会技術分科会CISPR委員会 元主査  
杉浦 行

筆者は1968年に郵政省電波研究所（現、情報通信研究機構）に入所以来50年間EMC計測法の研究に従事してきたので、今や我が国のこの分野では最も古い人間に属すると思う。またCISPR会議に初めて参加したのは1979年なので、CISPR国際会議の参加者の中でも最も古い人間である。この経験に基づき、以下では1970～1980年代の我が国のCISPR活動について簡単に記す。

1949年電気通信省（その後、逓信省、郵政省、総務省）の組織令によって発足し、最初は4部会で構成され、その第3部会が「受信妨害に関する対策」の審議を担当した。その後、審議項目は「妨害電波および妨害高周波電流の防止に必要な技術的諸問題並びにCISPRの諸規格」に具体化された。当時の電技審は蛍光灯雑音の防止用フィルタや遮蔽の答申を行い、妨害波測定法や許容値については我が国独自の規格を答申した。また、海外の動向としてCISPRの審議状況も報告された。

## 1. 電波技術審議会

我が国で最初にCISPRに関心を持った組織が電波技術審議会（略称：電技審）である。この審議会は

1978年頃までに存在したCISPR規格の中で我が国の規格として電技審が採用した年度を表1に示す。1960年頃になると我が国の輸出は右肩上がりになり、

表1 1978年頃までのCISPR規格と我が国の採用答申

番号	発行年	題目	採用答申
1 (2版) 1A	1972 1975	0.15～30MHzにおける妨害波測定器	1973
2 (2版)	1975	25～300MHzにおける妨害波測定器	1974
3	1975	10～150kHzにおける妨害波測定器	1975
4 4A	1967 1975	300～1000MHzにおける妨害波測定器	1974
5	1967	準尖頭値以外の検波器を持つ妨害波測定器	1976
6	1976	オーディオ周波数の妨害波測定器	
7 (2版) 7A 7B	1969 1973 1975	CISPR勧告	
8 (2版) 8A 8B	1969 1973 1975	CISPR報告及び研究課題	
9 (2版)	1976	CISPR及び各国の妨害波許容値	
10 (2版)	1976	CISPRの組織、規則及び手続き	
11 11A	1975 1976	工業用、科学用及び医用高周波利用設備に関する妨害波の許容値及び測定法	1976
12 (2版)	1978	自動車等の発火装置からの妨害波の許容値及び測定法	1971
13	1975	音声及びテレビジョン受信機からの妨害波の許容値及び測定法	1974
14	1975	家庭用電気機器、携帯用電動工具及び類似電気器具からの妨害波の許容値及び測定法	1978
15 15A	1975 1978	蛍光灯等からの妨害波の許容値及び測定法	1978
16	1978	妨害波測定器	

自動車産業や家電産業が盛んになり始めた。しかし妨害波規格は我が国独自であったため、例えばフランスの自動車会社が名古屋まで出向いてCISPR規格の検査をする状況であった。このため、自動車技術会の委員会主任であった蓑妻二三雄先生は、CISPR Publication 12（以下、Publ. 12と呼ぶ）を電技審が答申するように働きかけ、その結果、1971年に最初の答申が出されて我が国の工業規格になった。引き続いて妨害波測定器のCISPR規格Publ. 1～5が国内規格として答申された。

## 2. 国際無線障害特別委員会 (CISPR)

ラジオ公共放送が1920年にアメリカで始まり、各国に普及するのに伴って、様々な電気機器から発生する不要電磁波による受信障害が国際的な問題になり始めた。このため1934年に電気機器の不要電磁波（妨害波）の許容値及び測定法を国際的に審議する合同委員会が作られた。この時参加したメンバーは、国際電気標準会議（IEC）、国際放送連合、国際鉄道連合などの国際組織の加盟国である。その後、この合同委員会は1950年にIECが支援する特別委員会CISPR（International Special Committee on Radio Interference）として新たに発足することになった。「特別」が付いた理由は、他のIEC技術委員会（IEC/TC）と歴史が異なること、また産業界代表のみならず、各国の電波行政担当者、国際組織などが加わっていたためである。1973年のCISPRウエストロングブ

ランチ会議までに成立した主なCISPR規格を図1に示す。この図から現在の殆どのCISPR規格は1960年代に確立したことが判る。

CISPRは様々な機器・システムの妨害波の許容値及び測定法を審議するため、産業界のみならず、各国の電波監理当局の関心も高く、政府組織の代表も加わっていた。特に2000年頃までは、スウェーデン、オランダ、フランス、ドイツ、イギリス、アメリカ、日本などの電波監理当局の関係者が多数参加し、SC-AやSC-Bの委員長などを務め、主導的役割を果たしていた。しかし、2000年代になると上記の欧米主要国の政府関係者の参加は激減し、これらの小委員会は産業界が主導するようになった。写真1のMr. Wallは米国連邦通信委員会（FCC）の課長、Dr. Whitehouseは英国内務省電波庁の部長、園城さんは郵政省の課長である。



写真1 1989年コペンハーゲン会議にて  
（左から岡村，園城，Wall，Whitehouse）

### 国際無線障害特別委員会 CISPR

International Special Committee on Radio Interference

#### < 設立 >

- 1920 米国で中波ラジオ（公共）放送の開始
- 1925 日本で中波ラジオ（公共）放送の開始
- 1934 CISPR発足（ワリ会議） 各国電監と国際組織

#### < 測定器 >

- 1958 150 kHz～300 MHzの妨害波測定器の規格が成立
- 1965 300 MHz～1 GHzの妨害波測定器の規格が成立
- 1968 擬似手の規格が成立
- 1970 吸収クランプの規格が成立

#### < 許容値 >

- 1961 TV受信機、自動車の規格が成立
- 1964 家庭・商業・工業用装置、の規格が成立(150ΩAMN)  
蛍光灯の規格が成立
- 1965 ISM装置の規格が成立
- 1985 CISPR 22が成立

図1 1973年までの主なCISPR規格

## 3. ウエストロングブランチ会議

CISPR Publ. 12を我が国が国内規格として採用することになって、蓑妻先生はCISPRの審議状況の詳細な情報の必要性を感じ、また積極的に貢献するために、1973年の米国ウエストロングブランチ会議にNHKの遠藤幸男さんと参加した。この会議はそれ以前のCISPRから脱皮した画期的な会議で、許容値及び測定法の大幅な見直しが行われた。

また、文書審議の進め方も1973年から変わった。

例えば、1973年以前は、現在の国際電気通信連合 (ITU) と同様に、研究課題 (Study Question) をつくり、それに関して審議を行い、報告 (Report) や勧告 (Recommendation) を作り、それらを CISPR Publ. 8 あるいは Publ. 7 として刊行した。さらに勧告の中で共通な測定法に関するものは Publ. 1～5 に収録した。しかし、製品の許容値は Publ. 7 に記載されていたため検索・利用が困難であった。このため1973年に製品毎に測定法と許容値をまとめることになり、Publ. 11～18を新たに作るようになった

この製品規格を審議するために、組織を見直し、担当する製品毎に小委員会 (Sub-committee : SC) を作ることになり、以下のような SC-A～SC-F が創設された。

- SC-A : 妨害波測定器と測定法に関すること
- SC-B : 工業・科学・医療用設備 (ISM 設備) が発生する妨害波に関すること
- SC-C : 架空送電線、高圧機器、電車等が発生する妨害波に関すること
- SC-D : 自動車及び内燃機関が発生する妨害波に関すること
- SC-E : TV 及び音声放送受信機が発生する妨害波、及び他の妨害波によって生じる障害に関すること
- SC-F : 家庭用電気機器、モータ機器、及び照明機器が発生する妨害波、及び他の妨害波によって生じる障害に関すること

また、小委員会を合同で毎年開催することも承認された。

この画期的なウエストロングブランチ会議に参加された蓑妻先生と遠藤さんは、我が国の研究機関や工業会が CISPR に参加することの必要性を痛切に感じられたようで、その後直ぐに、電波研究所に2人で来られ、私を含む20名近くの職員に対して CISPR 会議の意義と参加の必要性を熱心に語られ、CISPR 会議への参加を要請された。同様にお二人は電力中央研究所や工業会にも行かれて、参加を要請された様である。

## 4. 貢献しないのなら参加するな!!

蓑妻先生や遠藤幸男さんの御尽力のお陰で、翌1974年のロンドン会議から、電波研究所の宮島貞光さんや機械電子検査検定協会 (現、日本品質保証機構) の岡村さん、NHK、電機工業会の関係者等が毎年参加することになった。当時、日本の輸出は右肩上がり目覚ましかつたが、CISPR において日本は全くの新参加者で、1990年代の中国と同じ立場であった。海外の CISPR 関係者からは、日本は輸出促進のために情報を集めに参加していると思われたようである。このため、宮島さん等は欧米の参加者から、「CISPR に貢献しないのなら参加するな!」と嫌みを云われた。日本人が5～6名も参加するのは初めてであったし、白人社会に有色人種が混じるのも珍しかったようである。私が初めて参加した1979年当時も、人種差別の雰囲気は何度も感じたことがある。この様な背景から、CISPR に参加する場合は技術的な寄与を強く求められた。

私は上司の宮島さんの指導を受けて、CISPR 会議に参加する度に技術文書を提出することを心に決めた。この方針は今でも堅持されている。最初の1979年 SC-A 会議に、私は衛星放送の受信障害を生じる電子レンジの第5高調波のレベル測定、また、SC-F には擬似手を使った電気ドリルの妨害波測定の文書を出した。同じ会議には蓑妻先生が SC-D へ電気自動車の妨害波測定、黒沼弘さん (NHK) が TV 受信機の接続線の取り扱いに関する文書を提出したと記憶している。

CISPR 妨害波測定法は主に産業界の技術者が経験に基づいて開発したものが多いため、学問的な裏付けがあるものは殆ど無い。唯一の例外が CISPR 16-1-1 の妨害波測定器のパルス応答の規定で、これは米国 Pennsylvania 大学の Prof. Showers の研究成果である。彼は1950年代に電子計算機を使って妨害波測定器のパルス応答を計算し、その結果がそのまま当時の規格 CISPR Publ. 1～4 に採用された。これを見習って私も毎年 CISPR に参加して研究成果に関する寄与文書を提出してきた。例えば1980年代は CISPR 16-1-1 の

妨害波測定器、1990年代はCISPR 16-1-4のサイトアッテナーション、2000年代はCISPR 16-1-6のアンテナ校正で、これらの文書はCISPR規格に反映されている。

## 5. 蓑妻二三雄先生

日本のCISPR組織作りの恩人と云えば蓑妻先生だと思います。蓑妻先生（1916～1999）については、既にEMCCレポート2000年12月に追悼文集が発行されているので、今更、私が述べるまでもないが、以下に簡単な御業績と私の思い出話を記す。先生は京都帝国大学理学部地球物理学科を卒業後、終戦の1945年に文部省電波物理研究所（後の電波研究所）に入れ、電離層の研究に携わられました。その後、1948年に逓信省に移籍され電波行政に関わられました。まず担当したのが電波法（1950年施行）の起草で、FCC規則の翻訳から条文作成まで、作業班の一員として活躍されました。その後、地上波テレビ放送局の周波数割り当て及び放送局の配置の仕事に関わり、雑音測定器の開発、それをを用いた都市雑音調査、「放送局の開設の根本的基準」の雑音区域の策定に当たられました。そして、これらの調査研究成果をまとめて、1956年に京都大学から工学博士号を取得されました。この博士論文をまとめるに当たって、毎日のように国会図書館に通い、郵政省には殆ど在席しなかったため、省内での評判は悪かったようです。のんきな時代です。その後、陸上課長、東北電波監理局長を経て、1964年に郵政省を退職されました。退職後は日立製作所に移られて、1976年に東京農工大学の教授に就任されました。先生の博士論文は共立出版から「通信と雑音」として刊行されている。



写真2 1979年ハーグ会議にて（左から杉浦，蓑妻）

この様な御経歴から、蓑妻先生は研究者の側面と行政官の側面を持った極めて個性の強い人でした。特にCISPRで発揮されたのは行政官の側面で、動物的な嗅覚と猛烈な行動力を持っておられました。また、写真2のように戦争を生き抜いてきた古武士的風格があり、紳士でした。また大のグルメで、インターネットの無い時代にCISPR会議の開催都市で有名で高価な店を探し、参加者の懇親会はそのレストランでやろうと嬉しそうに云われ、私や岡村さんに予約を頼まれました。最近の懇親会は大衆酒場ですから大違いです。

またCISPR会議では我が国の立場を少しでも高めようと一生懸命努力されました。それと同時に国内組織の強化にも努められました。例えば、1982年ストックホルム会議の公式行事では、クルーズ船の中で議長のProf. Showersと立ち話をして、Co-opt memberに加えてもらうことに成功しました。先生は非常に喜ばれ、これからは運営委員会（Steering committee）に参加できることを郵政省事務局に伝えてくれと私に頼まれました。

パソコンなどの情報技術装置（ITE）の審議は1979年のハーグ総会でSC-Bが担当することになったが、1983年頃から運営委員会で新たな小委員会SC-Gを設立する話が持ち上がった。これを知った先生は、帰国後直ぐにNTT横須賀通信研究所に出向かれて、SC-Gの議長か幹事国を日本が取りたいから協力してくれるよう頼まれました。これを契機として、NTT技術者がCISPRに参加するようになりました。日本は1985年のシドニー総会で幹事国に立候補したが、欧米諸国は既に議長は英国、幹事国はドイツで固まっていたため、先生の望みは叶えられませんでした。その代わりに1988年からSC-Bの幹事国を我が国が引き受ける事になった。

我が国のCISPR参加者が少なかった1985年ぐらいまでは、国際会議の期間中、毎日夕方に先生の部屋へ参加者全員が集まって当日の会議の報告と今後の対応を話し合いました。また、帰国後は日立製作所やNHKの寮に集まって、数日かかりでCISPR報告書を作りました。この報告書を作る習慣は今でも続いてお

り、EMCCの報告書「CISPRの現状と動向」に引き継がれている。

## 6. 岡村万春夫さん

CISPR社会において日本の立場を高めた第一の功労者は岡村さんだと思います。岡村さん（1936～2001）については、既にEMCCレポート2001年12月に追悼文集が発行されているが、以下に御業績と思い出話を簡単に紹介する。

岡村さんは、1960年に早稲田大学理工学部電気工学科を卒業されると、輸出品の検査を行っていた（財）機械電子検査検定協会（JMI）に就職された。その後JMIでは、市民ラジオ（CB）の検査を行うことになり、米国の電波行政やFCC規則の知識が豊富な人材の育成が必要になってきた。このため岡村さんは米国に派遣され、FCCの部長であり国際無線通信諮問委員会（CCIR：現、ITU-R）の小委員会SG1議長であったMr. Dicksonの家に3ヶ月間寄宿し、御夫妻の下で仕事、英語、マナーなどをみっちり勉強されました。その成果は目覚ましく、FCC幹部が郵政省を訪れると、必ず岡村さんが通訳として同席することになりました。このため、岡村さんは通産省（現、経産省）の外郭団体の職員でありながら、若くして郵政省電波監理局の幹部などにも知られる存在になりました。また、FCCからも一目置かれており、1978年には日本人なのに米国代表団の一員に加えられてCCIR京都会議に参加しました。

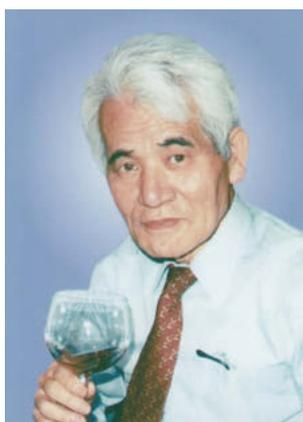


写真3 岡村さん

私と岡村さんの付き合いは古く、1979年にハーグ会議に参加してから2001年に亡くなるまで、殆ど毎週のように郵政省や業界の会議で一緒になって、会議が終わると一杯飲んでいました。特にCISPR会議では、常時一緒に行動していました。

例えば、1987年カリアリ（イタリア）会議において、私と岡村さんが昼食後に寛いでいたら、CISPR議長Mr. Jacksonが突然現れ、日本に高周波利用設備を担当するSC-Bの幹事国を任せたいから、私に郵政省の了解を取って欲しいと頼みました。また英語が達者な岡村さんにはSecretaryを務めて欲しいと頼みました。これは2年前のシドニー総会で日本がSC-Gの幹事国に落選した代替としての提案だったと思います。私は直ぐに郵政省に電話を掛けて了解を取り、このことを岡村さんとMr. Jacksonに伝え、翌1988年カンピナス（ブラジル）総会から岡村さんはSC-BのSecretaryを務めました。

2000年頃になると岡村さんのSecretary務めも長くなり、疲労されている様なので、私は郵政省と相談して、2001年のブリストル総会でSC-Bの幹事国を辞退することを決めました。その代わりに、ITEを扱うSC-Gが改組して新たにできるSC-Iの幹事国に立候補し、岡崎憲二さん（ソニー）にSecretaryになってもらう準備をしました。ところが余りにも突然、岡村さんが急死されたので、この案は間に合いませんでした。でも、2001年ブリストル総会で日本13票、イタリア7票、アメリカ4票の圧倒的多数で日本がSC-Iの幹事国に選ばれました。これも、岡村さんが長年培ってきた日本の評判が良かった結果だと思います。この総会以降、日本はSC-Bの幹事国（Secretary：岡本和比古さん）とSC-Iの幹事国（Secretary：岡崎さん）を務めることになりました。

岡村さんは妻以上に紳士でした。何時も紺のダブルの背広にエンジ色のポケットチーフ、角張った茶色の鞆を持っていました。電気工学の知識も豊富で、米国標準研究所（NBS）の論文などを勉強していました。

## 7. CISPR組織の変遷とSC-Hの役割

### (1) CISPR小委員会の変遷

CISPR小委員会の変遷を図3に示す。1973年のウ

エストロングブランチ会議でSC-AからSC-Fの小委員会が新たに設立されたが、その後、1985年に情報技術装置を担当するSC-Gができ、1998年に共通規格（Generic standard）IEC-61000-6-3, -6-4を担当するSC-Hができ、2001年にはマルチメディア機器を担当するSC-Iが設立された。同時に送電線からの妨害波を担当するSC-CがSC-Bに吸収された。このように、CISPRは産業界の発展に伴って新たな小委員会を設立してきた。

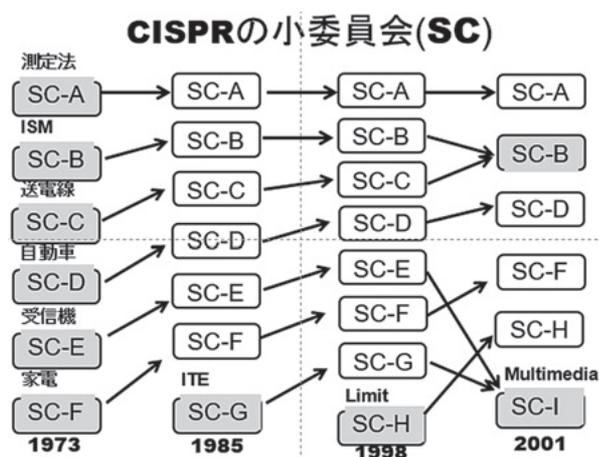


図2 CISPR小委員会の変遷

## (2) SC-Hの活動

CISPR製品規格（Product standard）が無い工業製品の妨害波許容値及び測定法を定めた共通規格IEC-61000-6-3, -6-4は1994年頃からCISPR運営委員会の作業班WG1で審議されて1997年に発行された。これに伴い、この規格を維持するために新たな小委員会を設立することが1997年に提案され、1998年にSC-Hが創設された。当時、私は運営委員会の委員であったため、ロンドンで開催されたad hoc group会議に参加したが、SC-Hの所掌案は以下のように定まった。(1) IEC-61000-6-3, -6-4の審議、(2) 許容値策定に資するために妨害波の干渉モデルの検討、(3) この検討に必要な通信設備の特性データの収集、(4) SC-Aの所掌であった通信障害件数の統計データの収集。

SC-Hの設立を定めた1998年フランクフルト会議総会では、SC-Hが定める許容値の拘束力について各国から懸念が表明された。例えば、「CISPR製品委員会がSC-Hの許容値を採用しなければなくなると、個々の製品群の特徴が反映されず、製品委員会の独立性が損なわれる」などの意見であった。これに対して、

「現行のCISPR許容値は製品規格によって異なるが、無線通信の保護を考えると本来同一であるべきで、その手本をSC-Hが作るべきである」などの反論が出された。この審議に関する明確な結論は出されなかったが、「製品委員会はSC-Hの許容値案を参考にして製品群に関する許容値を策定する」ことで暗黙の合意が取れたと思う。

上記の所掌から判るように、SC-Hに対する各国の興味も少なく、当初は他のSCに比べて会議参加者も少なく閑古鳥が鳴いていた。ところが最近では、無線電力伝送装置（WPT）のような複数のSCに関わる製品群の許容値がSC-Hでも審議されるようになり、SC-Hに対する産業界や各国の関心が高まり、会議参加者も大幅に増えたようである。

## 8. 我が国のCISPRへの貢献

### (1) CISPR会議参加者

我が国のCISPR会議参加者の推移を図3に示す。バブルの後遺症のせいか2000年前後は停滞したが、この時期を除いてほぼ順調に増えて昨今は毎年40名前後に達しており、CISPRや妨害波低減に対する我が国の産業界の関心の高さを表している。

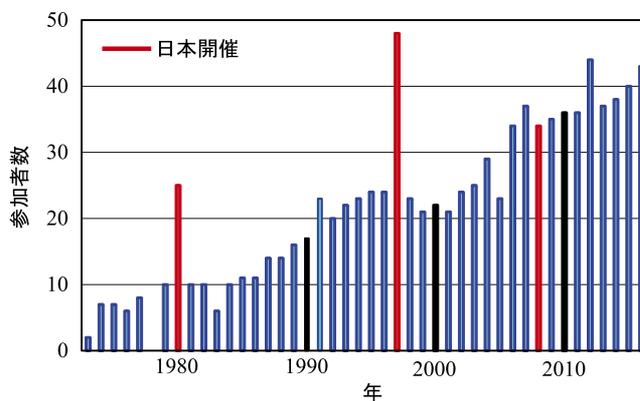


図3 我が国のCISPR会議参加者

### (2) Co-opt member と幹事国

既に述べたように蓑妻先生の御尽力により、1982年から今日まで、我が国はCISPR運営委員会にCo-opt memberを派遣して活躍している。最近では、運営委員会に両宮さんのほか、ITU-Rのリエゾンメンバーとして久保田文人さんも参加している。

幹事国については、1988年からSC-Bの幹事国を、また2001年からSC-Iの幹事国を我が国は引き受けており、CISPRの中で2つのSCの幹事国を勤めているのは我が国だけである。ただ残念な事にSCの委員長がいないが、この点は今後の課題である。

### (3) CISPR会議の開催国

2016年までにCISPR会議を4回開催しているのは、アメリカとフランス、3回は日本、イギリス、ドイツ、中国、2回はオランダ、スウェーデン、イタリア、韓国、カナダ、オーストラリア、南アフリカである。我が国は1980年、1997年、2008年に開催しており、産業国として応分の責務を果たしていることが判る。行政と産業界の理解があれば、そろそろ我が国が開催することを考えておかなければならないと思う。欧米諸国に比べてアジアで開催すると、バンケットなどが豪華になりがちであるが、もっと経費を少なくする工夫をして開催国の負担を減らす必要があると思う。例えば、私が知っている最も質素な会議はヨーク会議で、会場はヨーク大学、バンケットは学生食堂、宿泊施設は学生寮で、バンケットや昼食代は参加者負担であった。共同風呂の学生寮に寝泊まりするのは耐えられなかったもので、私と岡村さんは早々に街中のホテルに移動した。

### (4) IEC1906賞

IECが1906年に創立されてから100年を経過するのを記念して、2006年からIECの技術委員会活動に大いに貢献した個人を表彰することになり、IEC1906賞が作られた。我が国のこれまでの受賞者は下記のとおり13名である。CISPRとして毎年最大で5名の表彰が可能であるが、1～3名の年もあるので、これまで11年間で全体として39名が表彰され、そのうち日本人が3割を占めたことになる。

SC-A：篠塚隆、杉浦行、山中幸雄

SC-B：井上正弘、川崎邦弘、吉岡康哉、久保田文人 (2017)

SC-D：塚原仁

SC-F：前川恭範、平伴喜光

SC-I：雨宮不二雄、長部邦廣、千代島敏夫

以上、我が国のCISPRへの貢献を俯瞰したが、会

議参加者、幹事国、会議開催、IEC1906賞のどの点から見ても、我が国がこれまで大いにCISPRに貢献してきたことが判る。

## 9. 不要電波問題対策協議会 (EMCC)

1985年頃の電波研究所の海外出張旅費は極めて乏しく、年に4～5名が渡航できたぐらいである。したがって、1979年から毎年CISPR会議に参加できた私は極めて恵まれていた。これは、電波研究所が大蔵省（現、財務省）から認められていた予算項目に、CISPR会議出張旅費が明示されていたためである。そこで当時の研究所幹部は、この予算を若手研究者の海外出張に充てようと考えて、私に対して自分の出張旅費は自分で集めるように強く迫った。当時はCISPR Publ. 22が発行されたばかりであるから、岡村さんと私はセミナー屋の要請を受けて毎月のように業界に対して講演していたので、これを知った幹部が判断したようである。当時のセミナー参加費は半日で3万円ぐらいであったが、バブル時代に差し掛かっていた産業界は平気で出していた。

研究所幹部の要請に困った私は、郵政省の園城課長に相談を持ちかけ、産業界の技術者に対して定期的に講演会をするから、課長が音頭を取って業界を集めた協議会等を作って欲しいと頼み込んだ。しかし、課長から応答も無く半年経って1986年にできたのが、電波部長の下に各種工業会を集める「不要電波問題対策懇談会」であった。残念ながら出張旅費工面の話は何もなかったが、私は率先して組織作りに携わり、産業界のEMCに関する取り組みの調査アンケート等の作成に努めた。この成果を元にして1987年にできたのが「不要電波問題対策協議会（現、電波環境協議会：EMCC）」である。

EMCCは懇談会と違って、産業界のみならず通産省、厚生省、運輸省、労働省などの行政機関も加わった横断的組織で、余りまとまりの無い組織であった。ここでも私は組織作り、テーマ作りを引き受けた。組織は今と同じで、企画、妨害波、イミュニティ、広報

の委員会からなり、私が企画委員長を引き受けて、会長には佐藤利三郎先生（東北大学）を推挙し、私から内藤喜之（東工大、後の総長）、鈴木務（電通大）の各先生に妨害波およびイミュニティ委員会の委員長を御願ひした。その後数年経って、用語委員会を立ち上げ、末武国弘先生（東工大）に委員長を御願ひした。この用語委員会の成果としてオーム社から「図解EMC用語早わかり」が出版されている。その後、1990年に郵政省が電波防護指針を公表すると共に、携帯電話の電波による健康問題が話題になり、電車内での携帯電話の使用マナーなどに関してEMCCの活動が国民に広く知れ渡るようになった。

写真4は、1990年に実施された海外調査団の様子である。英国、ドイツ、スウェーデンを訪れ、各国の電波監理当局から妨害波規制状況を伺った。バブル全盛期であったため、参加者1名につき80万円以上の高額な参加費であったにも関わらず、産業界から約20名



写真4 EMCC 主催 海外調査旅行（1990）  
中央、佐藤先生、その左右に岡村、杉浦

が参加した。但し、佐藤先生と私はタダであった。大盤振る舞いの時代である。

以上、我が国のCISPR活動の歴史を概説したが、今後の活動の役に立てれば幸である。

平成28年度 妨害波委員会の活動

# CISPR 32における放電ノイズ等の APD測定に関する調査研究報告

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

昨年度報告した「CISPR 32における放電ノイズ等のピーク測定適用外規定に関する調査研究」では、用紙搬送に伴う放電現象によって発生する放射エミッションは、Wi-Fi通信にまったく影響を与えずCISPR 32の除外規定の妥当性が確認された。また、同時に実施したAPD (Amplitude Probability Distribution) 測定によって、上記放電現象の頻度は $10^{-5}$ 以下と低いことがわかり、放電現象かどうか確認不要な測定方法として、APD測定が使える可能性が見えた。

APD測定を採用するためには、許容値の検討が必要である。基本の考え方として、従来のPeak許容値は実績があるとし、無線通信に影響を与えない最大の頻度を許容値とすることとした。昨年度の調査研究の結果では、Wi-Fi通信 (IEEE802.11g) について、頻度が $10^{-3} \sim 10^{-5}$ の間に閾値があることが分かったが、許容値設定には、より定量的な評価が必要であり、Wi-Fi通信だけでなく、1GHz超で使用されているさまざまな無線通信サービスについても調査が必要という課題が見えてきた。

そこで、今年度は頻度を制御可能なパルス変調波を用い、Wi-Fi通信に加え、GSM、WCDMA、LTEなど免許の必要な無線方式に与える影響について調査を実施した。その結果APD許容値には、 $10^{-4}@70$  dB ( $\mu$ V/m) が適切であると結論づけた。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。

## 2. 実験方法

### 2.1 EUT

Wi-Fi通信のスループットを測定した無線LANアダプタは送信側・受信側とも同じ機種を使用 (USB Dongleで外部ダイポールアンテナをコネクタで接続するタイプ)。

LTE、WCDMA、GSMなど免許の必要な無線サービスについては、キーサイト社の基地局シミュレータを準備した。端末には、数世代前の代表的スマートフォン2メーカーの2機種を使用した。

### 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

妨害源には、放電現象によって発生する放射エミッションのような瞬時ノイズを模擬するため、パルス変調波を使用した。LTE通信のバンド幅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ようにパルス幅は20nsとした。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。

#### (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20ns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、パルス部分の時間比率である。

表2-1 パルス幅20ns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 $\mu$ s	20 $\mu$ s	200 $\mu$ s	2ms	20ms
周波数	500kHz	50kHz	5kHz	500Hz	50Hz

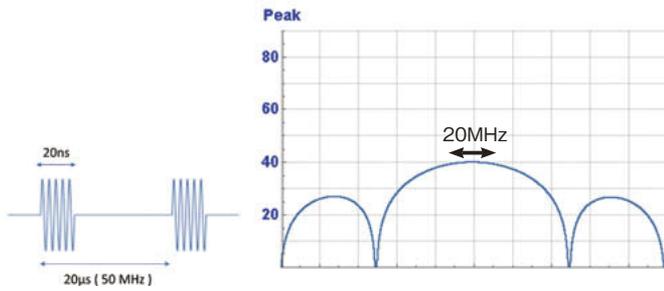


図2-1 20nsパルス幅頻度  $10^{-3}$ 周波数スペクトラム (Center 2 GHz, 20MHz/Div.)

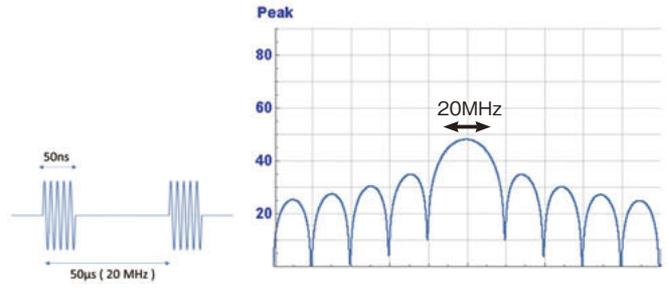


図2-2 50nsパルス幅頻度  $10^{-3}$ 周波数スペクトラム (Center 2 GHz, 20 MHz/Div.)

### 2.3 Wi-Fi ドングル対向間スループット測定

USB ドングルタイプの無線LANアダプタを送信側・受信側2台使用。図2-3のように、無線試験機1 (ノートPC) は、暗室外に配置し、ステップアッテネータを挿入して暗室内のアンテナに接続した。

無線試験機2 (ノートPC) は、USB ドングルに付属のダイポールアンテナを直付けしアンテナの角度は垂直に調整した。無線試験機1と無線試験機2のアンテナ間距離を3mとし、受信アンテナから距離3mの位置に妨害波用アンテナを配置した。

#### (1) リファレンス測定

妨害波を印加しない状態でリファレンス測定 (Ref.) を実施した。送信側にステップアッテネータを接続し、送信電力を調整しながらスループットを測定する。送信時の受信アンテナ点での電界レベルを測定。測定結果の横軸はこの受信レベルとした。スループット測定条件を表2-2に示す。

表2-2 スループット測定条件

項	項目	内容
1	使用ソフト	Jperf 2.0.2
2	通信プロトコル	UDP
3	Bandwidth	54 Mbps
4	Buffer size	100 kBytes
5	Packet size	10 kBytes
6	データ取り込み間隔	1秒間
7	データ取り込み時間	60秒間
8	通信設定	アドホック通信
9	周波数	2412 MHz (ch 1 :IEEE802.11g)

#### (2) 妨害波印加状態でのスループット測定

妨害波の出力を3m距離にてPeak値で70 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) (CISPR 32 class B 許容値) にして印加し、Wi-Fi通信への影響を、(1)と同様な手順で、送信電力を変えてスループットが低下し始める電力レベルを比較した。

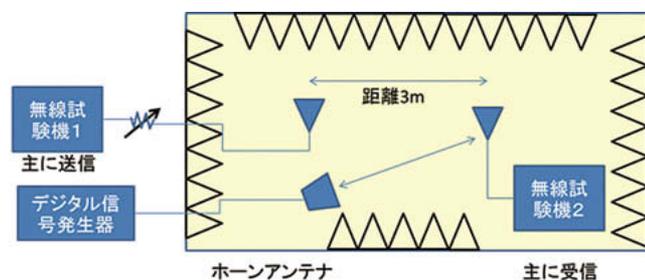


図2-3 Wi-Fi通信への影響調査方法

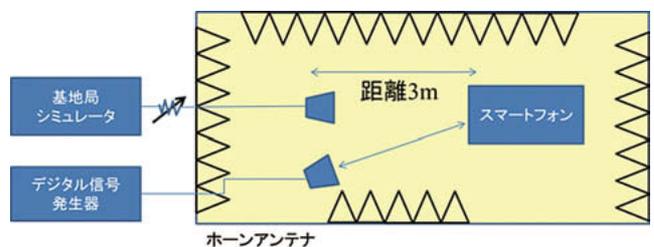


図2-4 LTE, WCDMA,GSM通信へのパルス変調波の影響調査配置

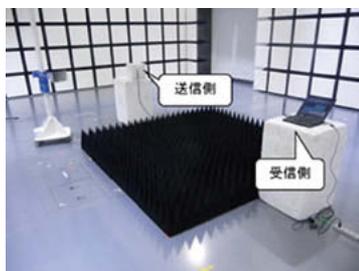


写真2-1

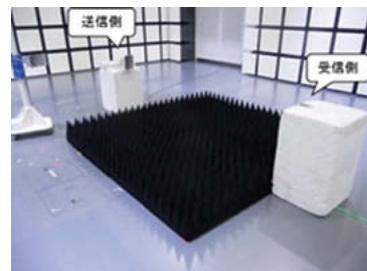


写真2-2 配置写真

## 2.4 スマホ基地局間スループット測定

図2-4のように、暗室外に設置した基地局シミュレータ出力を、暗室内のホーンアンテナに接続し、距離3 m離れた場所に、端末を配置した。また、受信アンテナから距離3mの位置に妨害波用アンテナを配置して、妨害波の無い状態でリファレンス測定 (Ref.) を実施後、Peak値で70 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) の妨害波を印加して基地局シミュレータ出力を変化してスループットを測定した。端末の向きは、伝送ロス最小となる方向とし、妨害波の偏波は、スループット低下の大きい方とした。具体的には、表2-3に示す。

表2-3 端末の向きと偏波

通信方式	端末	向き	偏波 (信号)	偏波 (妨害)
LTE	A	水平で、TOPがアンテナ方向	水平	垂直
WCDMA	B		水平	水平
GSM	B		水平	水平

それぞれの通信の条件概要を表2-4に示す。詳細条件は、表付-1を参照のこと。

表2-4 各通信の条件概要

通信方式	一次変調	二次変調	サブキャリアバンド幅 kHz	周波数帯域幅 Hz	最大通信速度 bps	周波数 GHz
Wi-Fi 11bg	CCK QPSK QAM 16QAM 64QAM	DSSS OFDM	384	20 M	54 M	2.4
GSM (GPRS)	GMSK	TDD 5 ms/ frame	-	200 k	85.6 k	1.8
WCDMA (HSDPA)	16QAM	DSSS	-	5 M	7.2 M	2.1
LTE	64QAM	OFDM	15	20 M	75 M	2.1

CCK (Complementary Code Keying)、QPSK (Quadrature Phase shift Keying)、QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、GMSK (Gaussian Filtered Minimum Shift Keying)、DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)、TDD (Time Division Duplex)

## 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、

EUTがビーム内に入る1 m 固定。

APD測定条件をに示す。

- ① 周波数：各通信方式の中心周波数  
例：Wi-Fi: 2412 MHz
- ② RBW：1 MHz
- ③ 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 Wi-Fi

無線通信の受信レベルとスループットの関係を図3-1に示す。横軸は、受信アンテナ位置での電界強度 (Peak測定) であり、このレベルを1 dB ステップで小さくしていくと、あるレベルからスループット低下が始まる、このレベルは、受信機の感度や、アンテナ利得、ケーブル損失、受信機の内部ノイズ、周囲ノイズによって決まるものである。

図3-1のように、パルス変調波の頻度が $10^{-6}$ ではRef.と同じで影響なく、 $10^{-5}$ から影響が表れている。 $10^{-5}$ では、スループットが理論最高通信速度54 Mbps (点線) の約50%である27Mbpsのレベルに着目すると受信電界で約5 dBの増加に相当する影響が表れている。スループットがさらに高い部分30Mbpsに着目すると10dB以上とさらに大きな影響を与えている。

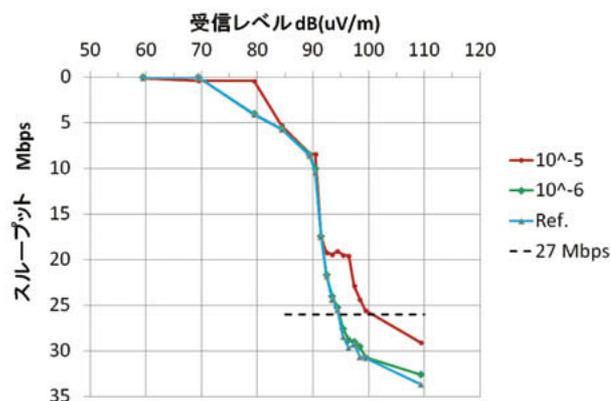


図3-1 パルス変調波の頻度をパラメータとしたWi-Fi通信の受信レベルとスループットの関係

### 3.2 LTE

図3-2に、LTE通信に対するパルス変調波の頻度比とスループットの測定結果を示す。スループットが理論最高通信速度75Mbpsの70%である53Mbps（点線）に着目すると $10^{-3}$ 乗では、6 dBの受信電界の増加に相当する影響が表れている。 $10^{-4}$ では、2 dB程度の増加に相当する影響であり、 $10^{-3}$ から影響があると言える。

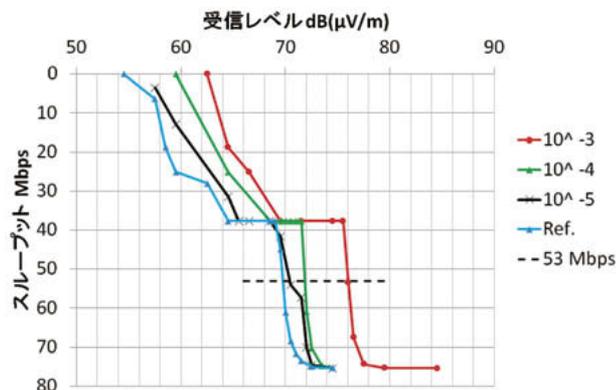


図3-2 パルス変調波の頻度をパラメータとしたLTE通信の受信レベルとスループットの関係

### 3.3 WCDMA

図3-3に、WCDMA通信に対するパルス変調波の頻度比とスループットの測定結果を示す。スループットが理論最高通信速度7.2Mbpsの70%である5Mbps（点線）に着目すると、 $10^{-3}$ 乗では、7 dBの受信電界の増加に相当する影響が表れている。 $10^{-4}$ では、3 dB程度の増加に相当する影響であり、 $10^{-3}$ から影響があると言える。

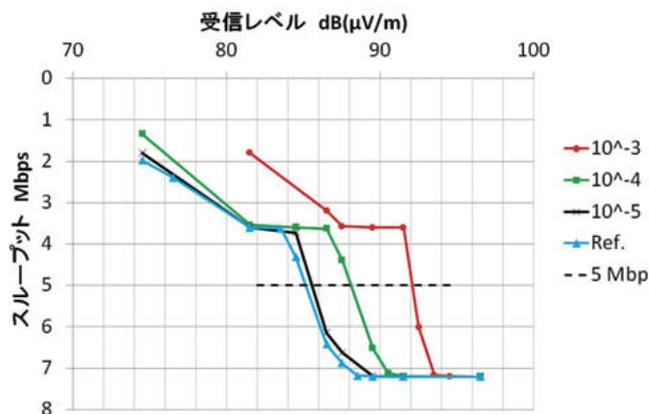


図3-3 パルス変調波の頻度をパラメータとしたWCDMA通信の受信レベルとスループットの関係

### 3.4 GSM

図3-4に、GSM通信に対するパルス変調波の頻度

比とスループットの測定結果を示す。スループットが理論最高通信速度86kbpsの70%である60kbps（点線）に着目すると $10^{-5}$ では、8 dBの受信電界の増加に相当する影響が表れている。 $10^{-6}$ では、1 dB程度の増加に相当する影響であり、 $10^{-5}$ から影響があると言える。

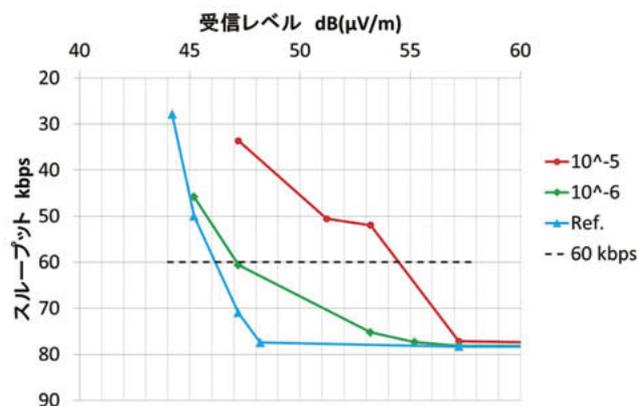


図3-4 パルス変調波の頻度をパラメータとしたGSM通信の受信レベルとスループットの関係

## 4. 考察

### 4.1 APD 1 MHzバンド幅の頻度への影響

APD受信機のブロック図を図4-1に示す。図のように、前段でIF周波数に変換された妨害波は、バンド幅1MHzのフィルタによって帯域制限され、包絡線検波され、その後APDの演算が実施される。このように、受信されたパルス変調波は、フィルタによって1MHz以上の成分が減衰する帯域制限を受ける。つまり、鈍った波形になる。この時、パルス幅は、振幅の50%値をとれば、約 $1\mu\text{s}$ となる。今回の実験で確認した、頻度 $10^{-3}$ のパルス波のAPD測定結果を図4-2にまた、波形（ゼロスパン）を図4-3に示す。APD曲線の肩がなだらかなのは、フィルタの帯域制限で鈍った波形になるためである。振幅が50dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) から70dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) へ、10倍 (20dB) 変化する間に、頻度（パルス幅）は10分の1 ( $10^{-1} \rightarrow 10^{-2}$ ) に変化している。したがって、70 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) での $10^{-3}$ の頻度は、 $2 \times 10^{-2}$ 程度と、およそ20倍になっていると言える。

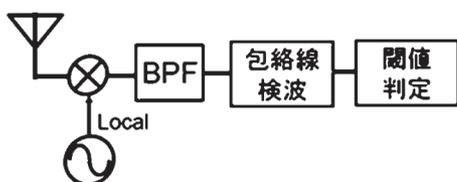
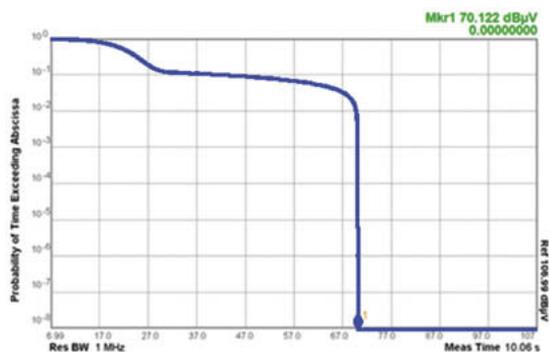
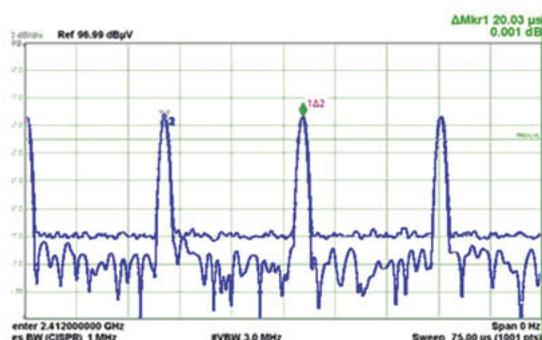


図4-1 APD受信機のブロック図

図4-2 頻度比 $10^{-3}$ のパルス変調波のAPD測定結果図4-3 頻度比 $10^{-3}$ のパルス変調波の時間波形

## 4.2 スループットをパラメータとしたまとめ

前章のそれぞれの通信方式の結果は、妨害を受け始める頻度比について調査したものである。最大通信速度の70%のスループット（Wi-Fiのみは半二重なため同50%）に着目して、パルス変調波の頻度と妨害波の影響を受けて、同じスループットを出すための受信レベルの増加量について、ひとつのグラフにプロットしたのが、図4-4である。

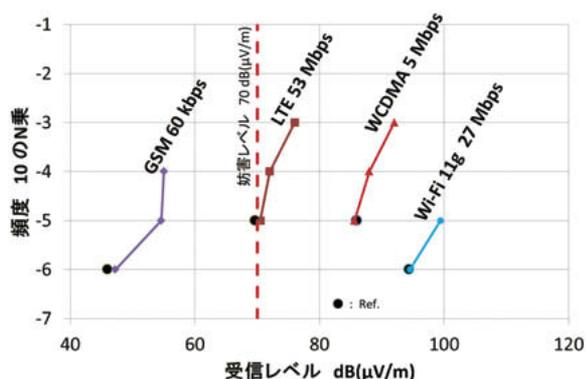


図4-4 各通信方式のスループットをパラメータとした妨害波の頻度比と受信レベルの変化

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4-4の中央の赤点線で示した。各通信方式で妨害のないときの各スループットを出せた受信レベルは、それぞれのプロットの左下の黒●であらわしている。各通信方式の結果は、広範囲に分散している。この図は、影響を受け始めるぎりぎりの信号レベルと妨害波レベルの比 (C/N比) を表している。一番C/N比が必要なのは、Wi-Fi 11bgで25dB程度である。一番少ないのはGSMで、 $-20\text{dB}$ と妨害レベルより信号レベルが小さくても通信可能である。wLTEとWCDMAとは、LTEでは、50Mbpsで、0 dBであり、WCDMAでは、5 Mbpsで15dBとなっている。これらの結果は、今回実験した端末の受信機性能に依存した値であるが、それぞれの通信方式の特徴を含んでいると思われる。

妨害波の頻度との関係を見ると、LTEおよびWCDMAについては、 $10^{-4}$ から $10^{-3}$ の間で、大きな影響が出始めている。一方、Wi-Fi 11gおよびGSMについては、 $10^{-6}$ から $10^{-5}$ と低頻度で影響が出始めている。LTE、WCDMAの方が、より強力な誤り訂正方式が実装されていることが推定される。

## 4.3 APD許容値案の検討

この実験の結果では、その耐ノイズ性についてふたつのグループに分かれた。LTE およびWCDMAについては、 $10^{-4}$ から $10^{-3}$ の間で、影響が出始めている。一方、Wi-Fi 11gおよびGSMについては、 $10^{-6}$ から $10^{-5}$ と低頻度で影響が出始めている。方式毎に別々の許容値とするのは、使用周波数がきれいに分離されているわけではないので、現実的ではない。安全サイドとして、厳しい方を採用すると、 $10^{-6}$ と $10^{-5}$ の間に閾値があると考えられる。4.1で説明したように、CISPR 16-1-1に規定されたAPD測定を採用するとRWBは、1 MHzなので、およそ20倍に頻度は増加する。よって、 $10^{-6}$ と $10^{-5}$ は、それぞれ、 $2 \times 10^{-5}$ と $2 \times 10^{-4}$ になるので、 $10^{-4}$ を許容値とするのが妥当と思われる。

図4-5にAPD許容値(案)を示す。APDの単調減少という特徴から、図4-5の赤点( $10^{-4}$ , 70 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ))一点を指定すると右上の領域(黄色)は、存在しえない。平均値許容値と合わせて、図4-5の

点線以下の領域が許容される範囲となる。

また、図4-6にAPD測定を適用する場合の判定フロー（案）を示す。現在まだ、広帯域を一度に測定可能なレシーバーが入手できないため、まずPeak検波で全周波数を観測し、Peak許容値を超えた部分のみAPD測定を実施するフロー案になっている。平均値に関しては、CISPR 32の要求では、CISPR平均値となっている。これは、機械式メーターの時定数（100 ms）を考慮した平均値で、100 Hz以下の周期で変動

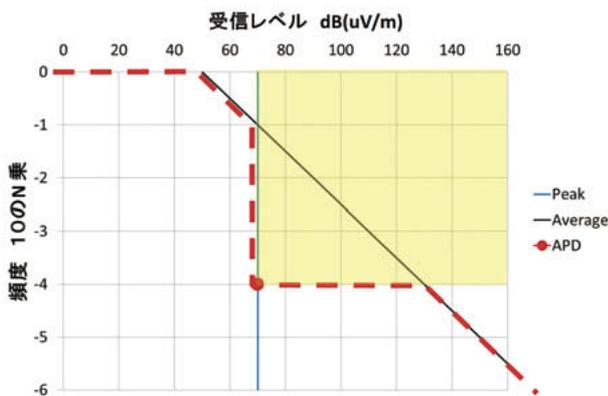


図4-5 APD許容値（案）

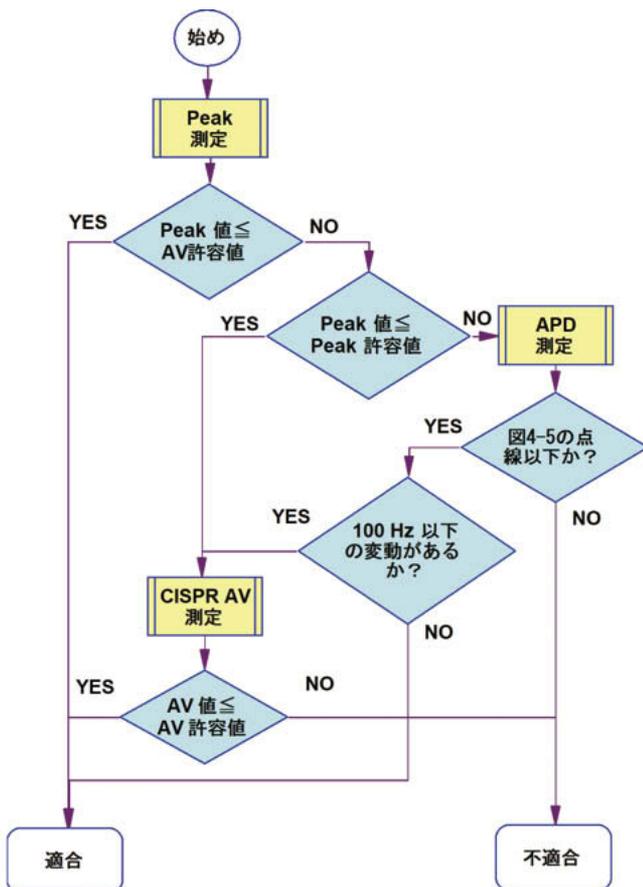


図4-6 APD測定を適用する場合の判定フロー（案）

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。図4-5の判定フロー（案）では、これを考慮するため妨害波が100 Hz以下の変動があるかどうかを判定して、含む場合は、CISPR平均値測定を実施することとしている。

## 5. 結論

LTE およびWCDMAについては、パルス変調波の頻度が $10^{-4}$ から $10^{-3}$ の間で、影響が出始めている。一方、Wi-Fi 11gおよびGSMについては、 $10^{-6}$ から $10^{-5}$ とより低い頻度で影響が出始めている。このように、通信方式によって異なるが、安全サイドで、後者を基本に許容値を検討するのが妥当と考える。

CISPR 16-1-1に規定されたAPD測定を採用するとバンド幅 1 MHzのフィルタの影響で、およそ20倍に頻度は増加する。よって、 $10^{-6}$ と $10^{-5}$ は、それぞれ、 $2 \times 10^{-5}$ と $2 \times 10^{-4}$ になるので、 $10^{-4}$ を許容値とするのが妥当とした。

## 6. CISPR国際会議での成果

2016年4月ソフィアアンチポリスで開催されたCISPR SC-I WG2会議で、昨年度の実験結果から、PCから発生する放射エミッションが、Wi-Fi通信に与える影響について報告した。その際、Wi-Fiは、ISMバンドの二次使用であり、混信は受容しなければならないので、免許の必要な無線サービスについての調査が要望された。これが、今年度の実験につながっている。

本実験の結果は、2017年4月米国フェニックスで開催されたCISPR SC-I WG2会議にて報告した。同時に、APDの許容値一次案（図4-4、図4-5）についても説明し、コンビーナからCD化が提案されたほど、好意的に受け止められた。最終的には、まだまだ調査項目があるので、当初の予定通り長期的作業のままとなった。

## 7. おわりに

これまでの実験結果は、各方式毎に1台のサンプルの結果であり、さらにサンプルを増やして調査する必要がある。

また、1 GHz超の周波数では、これまで実験したWi-Fi、LTE、WCDMA、GSM通信のほかにさまざまな通信方式が採用され、サービスが提供されている。CISPR 32にAPDを採用するには、主要な無線サービスについてAPD評価の妥当性を示す必要がある。2017年度は、1 GHz超でサービスされている通信方式のうちGPS (Global positioning system) および、Bluetooth、DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)、DAB (Digital Audio Broadcast) について調査中である。

## 付録

表付-1 基地局シミュレータ設定詳細

通信方式	設定パラメータ	内容
①LTE-FDD	周波数バンド 周波数バンド幅 下りチャンネル 上りチャンネル 下り送信モード Downlink Resource Block Downlin MCS iPerf設定	Band 1 20MHz 300ch (2140MHz) 18300ch (1950MHz) TM1 (SISO) 0 - 99 (最大) 28 (64QAM, コード化率0.8) UDP 80Mbps
②WCDMA/ HSDPA	周波数バンド 下りチャンネル 上りチャンネル 無線ペアラ HSDPA チャンネル構成 iPerf 設定	Band I 10700ch (2140MHz) 9750ch (1950MHz) 下り HSDPA / 上り 384kbps UE Category 8, CQI=25 相当 (7.2Mbps max.) UDP 20Mbps
③GSM/ GPRS	周波数バンド BCH チャンネル PDTCH チャンネル マルチスロット構成 Coding Scheme iPerf 設定	DCS 1800 512ch (下り 1805.2MHz) 698ch (下り 1842.4MHz, 上り 1747.4MHz) 下り 4スロット / 上り 1 スロット CS4 UDP 1Mbps

平成28年度 妨害波委員会の活動

# 医用テレメータが使用する周波数範囲でのLED照明機器のノイズ・レベルの調査・研究報告

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

病院などの医療機関においても電波を利用した機器が導入されている。一方、省エネ化のために照明機器のLED化が進む中で、照明機器に近接される医用テレメータなどに通信障害が発生していることが報告されている。

日本の医用テレメータに使用されている周波数には420MHzと2.4GHzとがある。一方、電気用品安全法や国際的な推奨規格であるCISPR15において許容値が規定されている周波数範囲の上限は現在300 MHz

である。

そこで本報告書では、先ず第一段として既存の照明機器において周波数範囲300MHz～6GHzにおいて妨害を与える可能性がある電磁放射（ノイズ）が存在するか調査することとした。

## 2. 測定サンプル

本調査・研究で調査対象としたランプ及び照明器具の一覧を表2.1に、外観を写真2.1から2.16に示す。

表2.1：調査対象としたランプと照明器具と測定項目一覧

番号	品名	製造会社	距離3m		距離0.5m	
			300M-1GHz	1G-6GHz	300M-1GHz	1G-6GHz
①	電球型LEDランプ	A	○	○	○	○
②	電球型LEDランプ	A	○	○	○	○
③	ベースライト	B	○	-	-	-
④	ベースライト	B	○	-	-	-
⑤	電球型LEDランプ	C	○	○	○	○
⑥	電球型LEDランプ	C	○	-	-	-
⑦	調光信号発信器	D	○	-	-	-
⑧	ベットライト	D	○	-	-	-
⑨	直管LEDランプ	D	○	-	-	-
⑩	LEDダウンライト	E	○	-	-	-
⑪	電球型LEDランプ	E	○	○	○	○
⑫	電球型LEDランプ	F	○	○	○	○
⑬	電球型LEDランプ	A	○	-	-	-
⑭	電球型LEDランプ	G	○	-	-	-
⑮	電球型LEDランプ	H	○	-	-	-
⑯	電球型LEDランプ	I	○	○	○	○



写真2.1：サンプルNo.①



写真2.2：サンプルNo.②



写真2.3：サンプルNo.③



写真2.4：サンプルNo.④



写真2.5：サンプルNo.⑤



写真2.6：サンプルNo.⑥



写真2.7：サンプルNo.⑦



写真2.8：サンプルNo.⑧



写真2.9：サンプルNo.⑨



写真2.10：サンプルNo.⑩



写真2.11：サンプルNo.⑪



写真2.12：サンプルNo.⑫



写真2.13：サンプルNo.⑬



写真2.14：サンプルNo.⑭



写真2.15：サンプルNo.⑮



写真2.16：サンプルNo.⑯

## 3. 測定方法

### 3.1 試験の検証項目

医用テレメータが使用している周波数付近で影響を及ぼす可能性のあるノイズが発生しているかどうかを、電球形LEDランプを含む数種類の照明機器で300 MHz～6 GHzでの放射妨害波を測定する。

照明機器と医用テレメータは天井裏などで近接して配置される場合が想定されるため、3 m法での一般的な放射妨害波測定に加えて、0.5 m距離での測定も行い、医用テレメータの使用周波数付近でのノイズのレベルを確認する。

表2.1に、各測定対象（EUT）において適用した測定条件（距離及び周波数帯）を示す。○印が測定を実施、－印が測定を省略したことを表す。

- (1) 距離 3 mにおける300MHz～1 GHzの放射妨害波測定
- (2) 距離0.5mにおける300MHz～1 GHzの放射妨害波測定
- (3) 距離 3 mにおける 1 GHz～6 GHzの放射妨害波測定

- (4) 距離0.5mにおける 1 GHz～6 GHzの放射妨害波測定

試験手順としては、先ず距離 3 mにおいて300MHz～1 GHzでの測定を行い、この周波数帯域でノイズが存在する機器のみ 1 GHz～6 GHzでの放射妨害波測定を行う。次に当該の機器に関して、測定距離を0.5 mにして測定を行った。

### 3.2 測定機器と測定配置

測定は、（一財）電気安全環境研究所（JET）横浜事業所の3 m電波暗室で実施した。

表3.1に今回の試験に使用した測定機器の一覧表を示し、写真3.1から写真3.4に距離3mと0.5mでのそれぞれの周波数範囲毎の測定状態を示す。

表3.1 使用測定機器一覧

測定器	型式番号	メーカー名
スペクトラムアナライザ	ESCI7	Rohde & Schwarz
広帯域アンテナ	UHALP9108A	Schwarzbeck
ダブルリッジガイドアンテナ	TR17206	アドバンテスト
プリアンプ	MLA-30M08-B1-40	テクノサイエンスジャパン



写真3.1：距離3 m / 周波数300MHz ~ 1 GHz

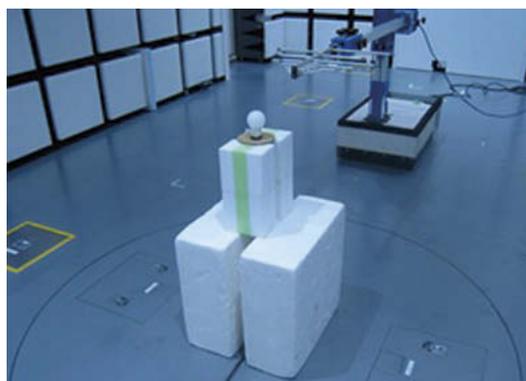


写真3.2：距離0.5m / 周波数300MHz ~ 1 GHz

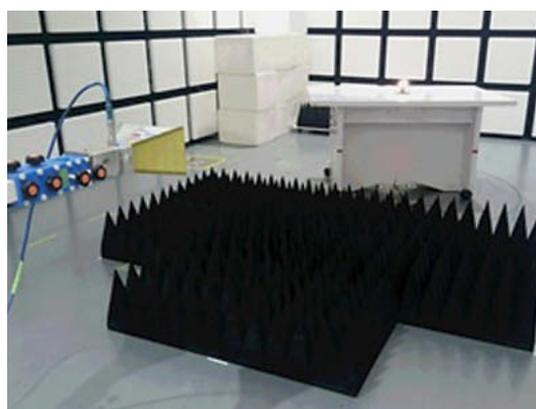


写真3.3：距離3 m / 周波数1 GHz ~ 6 GHz

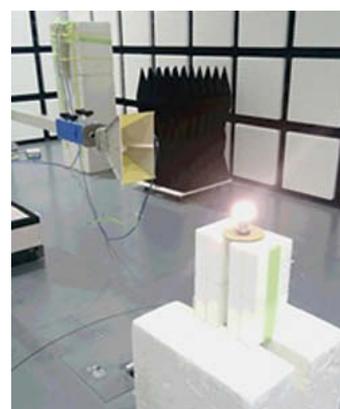


写真3.4：距離0.5m / 周波数300MHz ~ 1 GHz

## 4. 測定結果

図4.1の1 GHz以下の測定限界に示されている直線（赤）はQP (quasi-peak detection、準尖頭値) の限度値であり、一方、測定データはPK値である。図4.2の1 GHz以上の測定限界に示されている上の直線（赤）はPK (peak detection、尖頭値) の限度値であり、下の直線（ピンク）はAV (average detection、平均値) の限度値である。

周波数範囲300MHz - 1 GHzの各図の赤色プロット

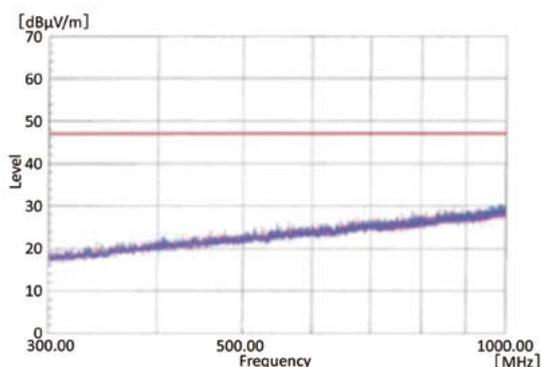


図4.1：300MHz ~ 1GHzでの測定系の測定限界

は水平偏波、青色プロットは垂直偏波のデータを示し、周波数範囲1 GHz - 6 GHzの青色プロットは水平偏波、緑色プロットは垂直偏波のデータを示している。

また、0.5m距離での測定結果は、遠方界を前提とした測定系では測定の信頼性がないので参考データである。測定の再現性を考慮して、電源側にはCMAD (Common Mode Absorbing Device) を挿入している。

### 4.1 サンプル① (電球型LEDランプ)

サンプル①の試験結果を図4.3と図4.4に示す。

図4.3は距離3 mで周波数範囲は300MHz - 1 GHz、

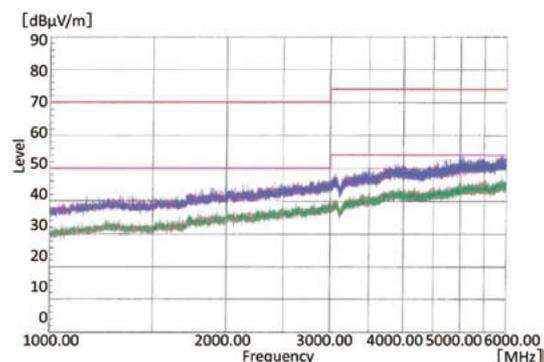


図4.2：1GHz ~ 6GHzでの測定系の測定限界

図4.4は距離0.5mで周波数範囲は300MHz～1GHzの試験結果である。

距離3mではノイズの有無は不明であるが、距離を0.5mまで近づけることで350MHz～420MHzにノイズが存在していることが確認できる。

## 4.2 サンプル②（電球型LEDランプ）

サンプル②の試験結果を図4.5から図4.6に示す。

距離3mにおいても700MHz以下にノイズが存在することが判る。更に距離を0.5mまで近づけた結果、850MHzまで存在することが確認できる。しかし、1GHz以上ではノイズが存在していないことが確認で

きた。

## 4.3 サンプル③（ベースライト）

サンプル③の試験結果を図4.7に示す。

距離3mでの結果は測定限界レベルの図4.1と同等であり、その他の条件での測定は省略した。

## 4.4 サンプル④（ベースライト）

サンプル③同様に距離3mでの結果は300MHz近辺で若干のノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いので、その他の条件での測定は省略した。

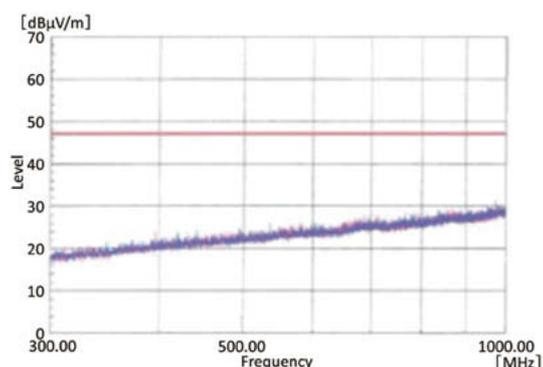


図4.3：サンプル①（3m距離、300M～1GHz）

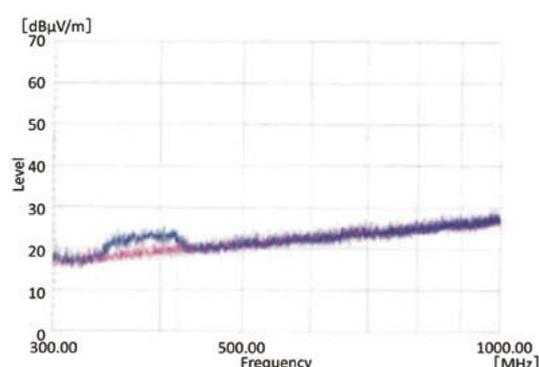


図4.4：サンプル①（0.5m距離、300M～1GHz）

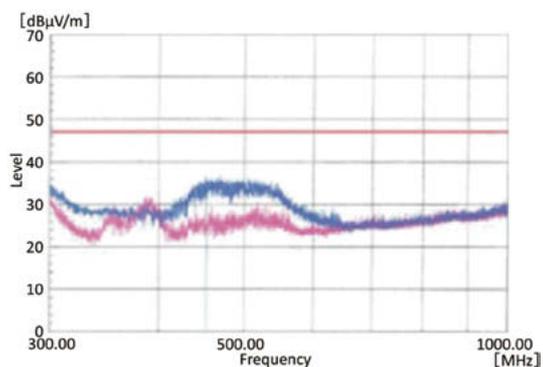


図4.5：サンプル②（3m距離、300M～1GHz）

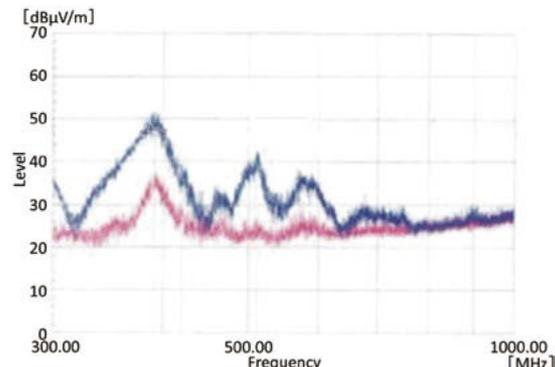


図4.6：サンプル②（0.5m距離、300M～1GHz）

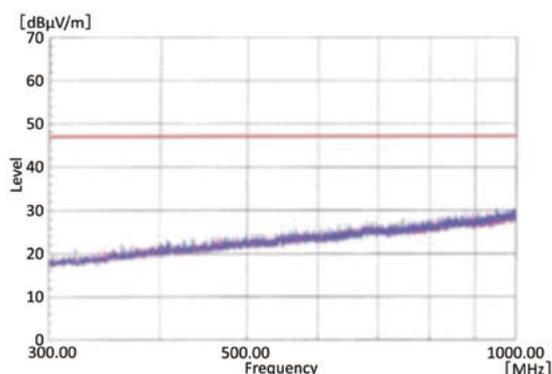


図4.7：サンプル③（3m距離、300M～1GHz）

#### 4.5 サンプル⑤ (電球型LEDランプ)

サンプル②の試験結果を図4.8から図4.9に示す。

距離3mにおいて500MHz以下にノイズが存在することが判る。更に距離を0.5mまで近づけた結果、800MHzまで存在することが確認できる。しかし、1GHz以上ではノイズが存在していなかった。

#### 4.6 サンプル⑥ (電球型LEDランプ)

サンプル③同様に距離3mでの結果は300MHz近辺で若干のノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.7 サンプル⑦ (調光信号発信器)

サンプル⑦の試験結果を図4.10に示す。

距離3mでの結果は300MHz近辺で若干のノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.8 サンプル⑧ (ベットライト)

サンプル③同様に距離3mでの結果は300MHz近辺で若干のノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベ

ルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.9 サンプル⑨ (直管LEDランプ)

サンプル③同様に距離3mでの結果は350MHz近辺で若干のノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.10 サンプル⑩ (LEDダウンライト)

サンプル③同様に距離3mでの結果はほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.11 サンプル⑪ (電球型LEDランプ)

サンプル②の試験結果を図4.11から図4.14に示す。

距離3mにおいて670MHz以下にノイズが存在することが判る。更に距離を0.5mまで近づけた結果、1GHzまで存在することが確認できた。また、1.3GHz近くでもノイズが存在していることが確認できた。

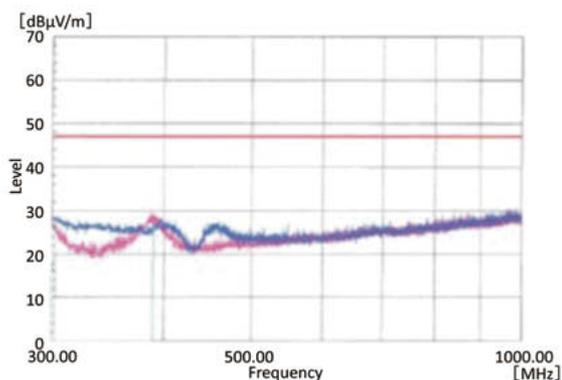


図4.8：サンプル⑤ (3m距離、300M～1GHz)

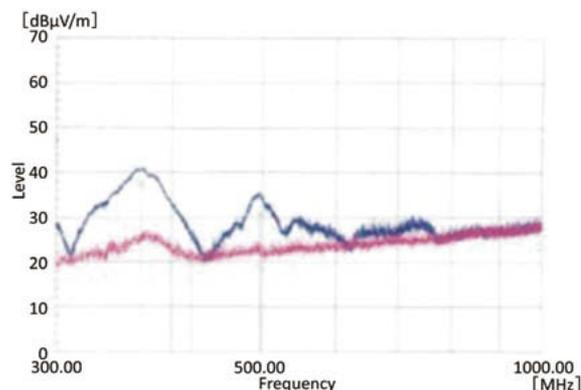


図4.9：サンプル⑤ (0.5m距離、300M～1GHz)

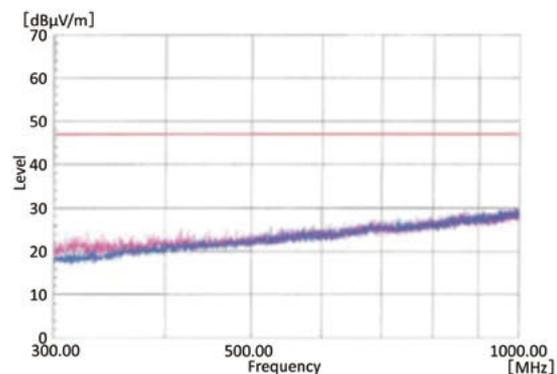


図4.10：サンプル⑦ (3m距離、300M～1GHz)

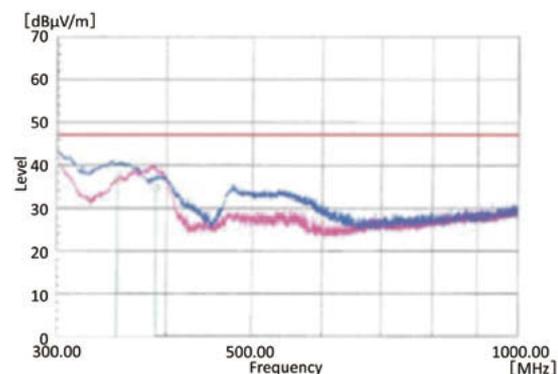


図4.11：サンプル⑪ (3m距離、300M～1GHz)

#### 4.12 サンプル⑫ (電球型LEDランプ)

サンプル⑫の試験結果を図4.15から図4.18に示す。

距離3mにおいて600MHz以下にノイズが存在することが判る。更に距離を0.5mまで近づけた結果、1GHzまで存在することが確認できた。また、1.3GHz近くでもノイズが存在していることが確認できた。

#### 4.13 サンプル⑬ (電球型LEDランプ)

サンプル⑬の試験結果を図4.19に示す。

距離3mでの結果、300 MHz近辺で若干ノイズが存在したが、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近い

め、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.14 サンプル⑭ (電球型LEDランプ)

サンプル⑬同様に距離3mでの結果、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

#### 4.15 サンプル⑮ (電球型LEDランプ)

サンプル⑬同様に距離3mでの結果、ほとんど測定限界レベルの図4.1に近いため、その他の条件での測定は省略した。

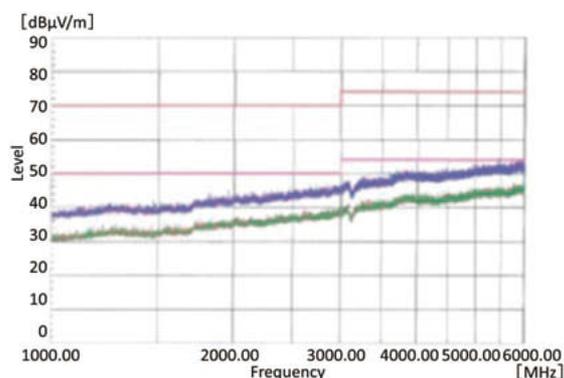


図4.12：サンプル⑪ (3m距離、1G～6GHz)

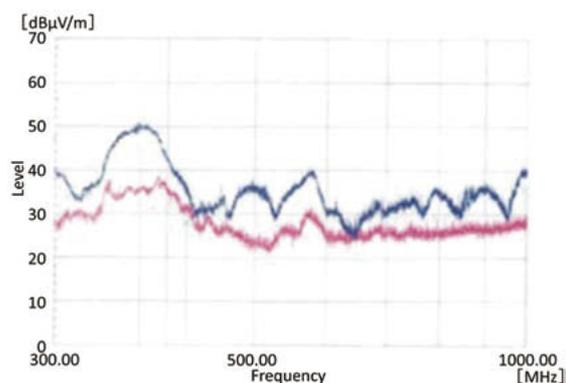


図4.13：サンプル⑪ (0.5m距離、300M～1GHz)

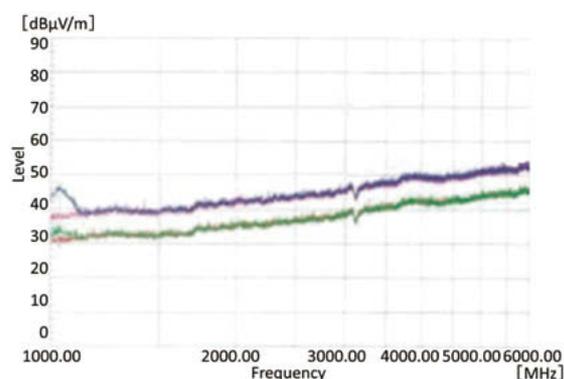


図4.14：サンプル⑪ (0.5m距離、1G～6GHz)

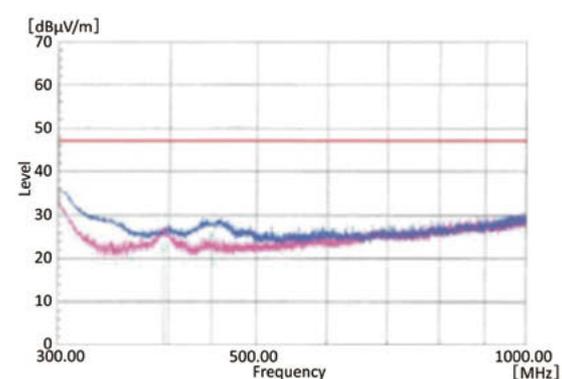


図4.15：サンプル⑫ (3m距離、300M～1GHz)

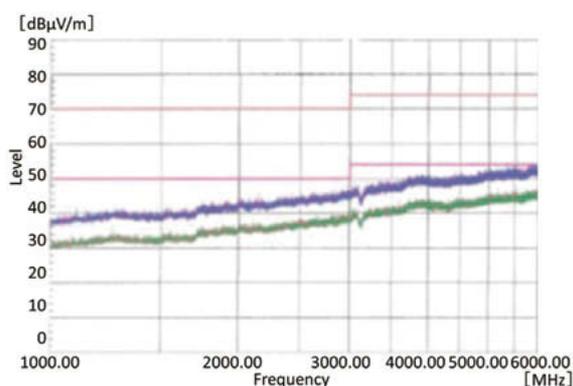


図4.16：サンプル⑫ (3m距離、1G～6GHz)

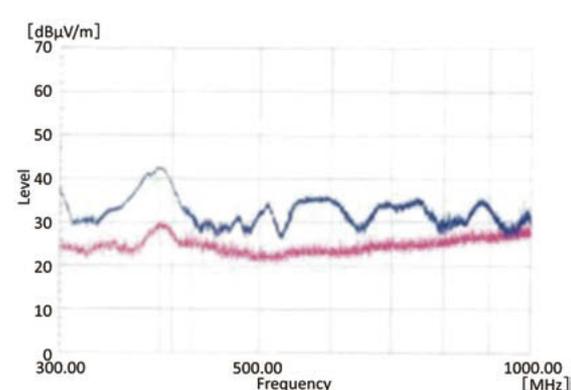


図4.17：サンプル⑫ (0.5m距離、300M～1GHz)

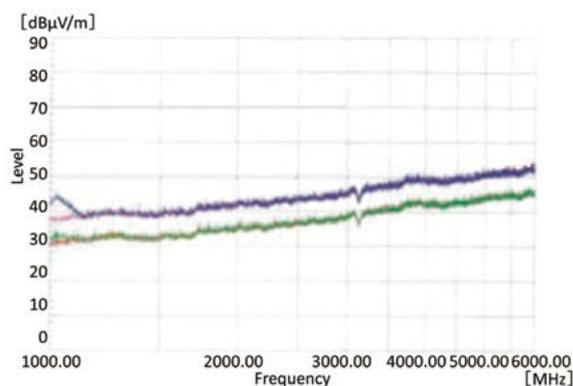


図 4.18：サンプル⑫（0.5m 距離、1G ~ 6GHz）

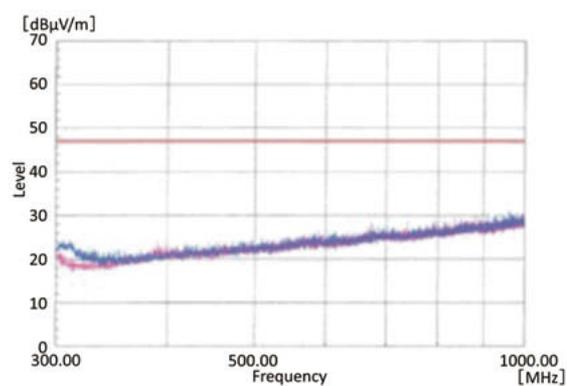


図 4.19：サンプル⑬（3m 距離、300M ~ 1GHz）

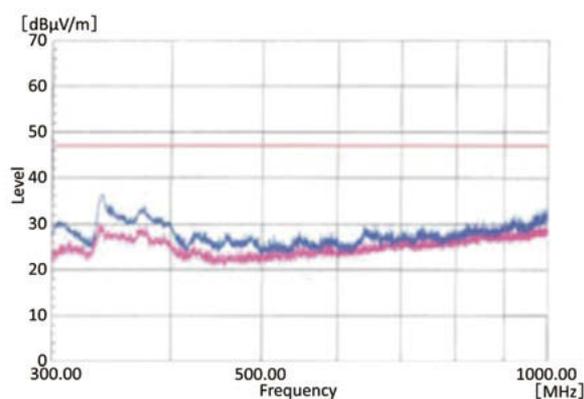


図 4.20：サンプル⑯（3m 距離、300M ~ 1GHz）

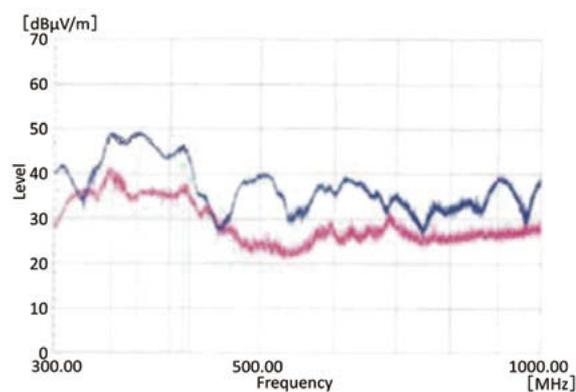


図 4.21：サンプル⑯（0.5m 距離、300M ~ 1GHz）

#### 4.16 サンプル⑯（電球形LEDランプ）

サンプル⑯の試験結果を図 4.20 と図 4.21 に示す。

距離 3m においても 1 GHz 近くまでノイズが存在することが判る。更に距離を 0.5m まで近づけた結果、1 GHz まで存在することが確認できた。しかし、1 GHz 以上ではノイズが測定限界以下であった。

## 5. 結論

上記結果から判るように、400MHz 以上の周波数帯域でノイズが発生している LED 照明機器が存在することが確認できた。しかし、そのほとんどは電球形 LED ランプである。

電球形 LED ランプは、一般の LED 照明機器に比べて小型のため、十分なノイズ対策が困難なことが起因していると想定される。但し、同じ電球形 LED ランプであっても、測定限界レベル以下の製品もあることから回路方式を適切に選択することで低減することも可能であると推定される。

一方、一般の LED 照明機器は十分な回路スペースがあるために十分なノイズ対策が実施され、ノイズ対策を実施すると抑制されると想定される。

医用テレメータで使用されている 420MHz 帯において、明らかにノイズの存在を確認できる LED 照明機器を特定できた。一方、1 GHz 以上では著しいノイズの存在は確認できなかった。

今後は、上記の電磁放射（ノイズ）の確認できた LED 照明機器を用いて、420MHz の医用テレメータを対象として干渉試験を検討する。

平成28年度 イミュニティ委員会の活動

# PoE 給電機能を持った通信ポートにおけるサージイミュニティ試験の調査研究

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

齊藤 利雄

## 1. 背景

現行の雷サージイミュニティはCIAJ イミュニティガイドライン (CES-0030-2) で図1.1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。

印加箇所	試験仕様	単位	注記事項	判定基準
信号ポート 通信ポート	1 4 10/700	kV kV T1/T2 $\mu$ s	注1 注2	C
入力 DC 電源 ポート	0.5 (コモンモード) 1.2/50(8/20)	kV T1/T2 $\mu$ 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 kV T1/T2 $\mu$ 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倣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1.1 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、すべ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。昨年、通信ポート(電話/LAN)におけるサージイミュニティ試験の一般性能判定基準をBとした場合のインパクトについて調査する為、実際に市場で販売されている電話機能付きの通信機器の実力を調査した際、試験に使用するCDN(Coupling De-coupling Network)の種類によって耐力

が異なることが判明した(→H27年度・通信ポートにおけるサージイミュニティ試験の調査研究)。本稿では、PoE(Power over Ethernet)給電機能を持つ通信ポートに対して同試験を行う上での注意すべき点について洗い出す。

## 2. 実験構成および試験条件

### 1) 実験構成

図2.1に示す通り。

試験構成(各IP電話機は前回使用したものを再使用する)

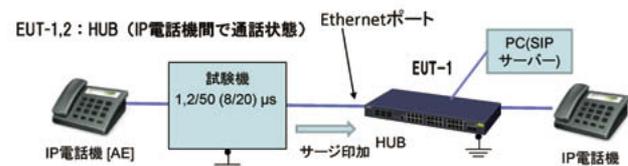


図2.1 試験構成

### 2) EUT (Equipment Under Test) 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。

### 3) サージ波形、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)  $\mu$ sの波形を使っている。

『10/700  $\mu$ 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)  $\mu$ 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、及びCISPR 24 Ed.2.1のTable2の注gに記載)。サージの

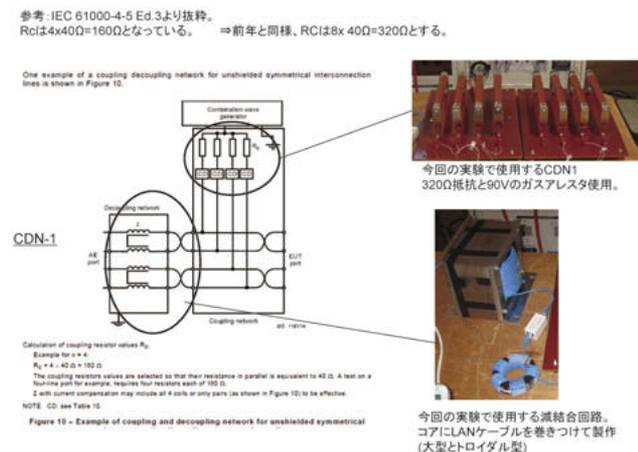
印加は、時間の制約もあるため以下の条件にて実施。

- ①試験電圧…基本的に1 kVのみの試験を行った。  
必要に応じて低い電圧値でも実施。
- ②印加極性… 「+」と「-」の二種類を実施。
- ③印加回数… 一部の除き、各1回づつ。  
(装置筐体FG (Frame Ground) は基準グラウンドに接続した)

#### 4) 使用した二種類のCDN

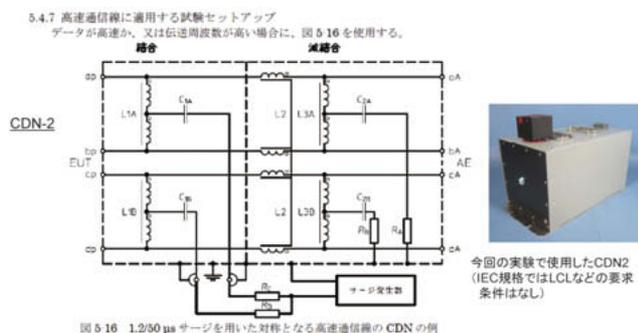
##### ① CDN-1

図2.2に示す通り (IEC 61000-4-5 Ed.3参照)



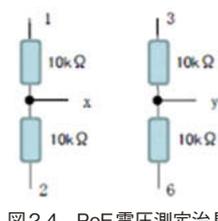
##### ② CDN-2 (高速通信線用 CDN)

イミュニティーガイドライン (CES-0030-2) から引用した高速通信線用CDNの等価回路の例、および、実験に使用したものの外観を以下に示す。



#### 5) PoE 電圧の観測治具

EUT内部に手を入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製作。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、x点とy点の電位の差分を「PoE電圧」として観測した。

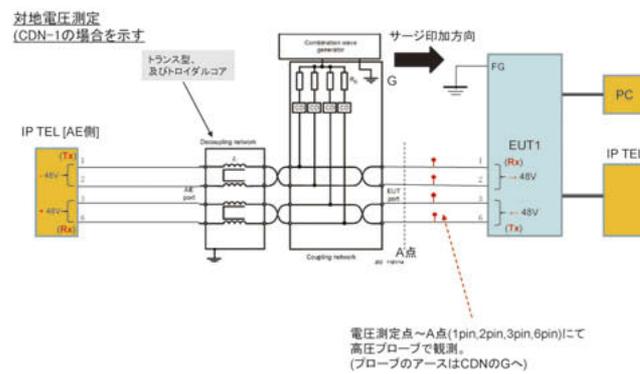
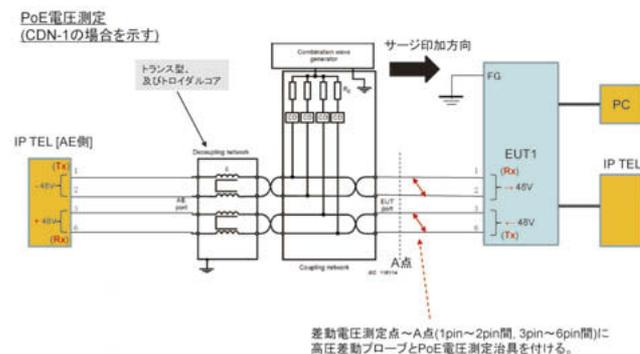
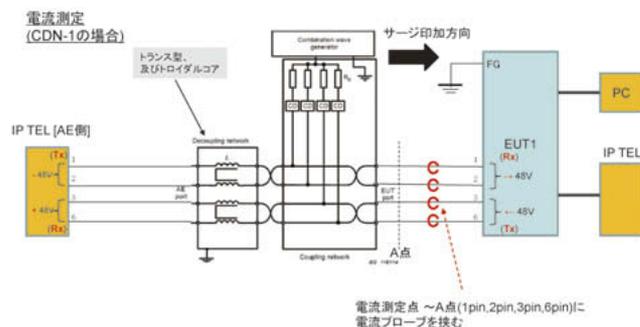
#### 6) 多数のプローブ

同時観測各芯線に加わる波形を同時測定するために、高圧プローブ (4p)、高圧差動プローブ (2p)、電流プローブ (4p) を、それぞれの給電ライン (1,2,3,6の pin) に接続した。



図2.5 各プローブの接続の様子 (CDN1の場合)

接続詳細は図2.5から図2.8に示す通り。



### 3. 実験結果

#### 1) EUT-2を使った実験

##### ① CDN-2による評価 (EUT-1は参考のため測定)

表3.1 CDN-2によるサージ試験結果

EUT区分	印加サージ	AEリポート有無	PoE電圧瞬断有無 瞬断時間	EUT復旧有無	AE復旧有無	備考
EUT-2	+1,000	無し	-	-	-	⇒波形①
EUT-2	-1,000	有り	有り, 100mS	有	無し	
EUT-2	-500	有り	有り, 100mS	有	無し	1回目 ⇒波形③
EUT-2	-500	有り	-	-	-	2回目(測定治具類を全て外す)
EUT-1	+1,000	無し	-	-	-	(注1)
EUT-1	-1,000	無し	-	-	-	(注1)

(まとめ)

- ・ EUT-1は、+1,000V/-1,000Vともにリポート無し。
- ・ EUT-2は、+1,000Vではリポート無し、しかし、-1,000V/-500Vにてリポートする。(このときPoEの給電は自動復旧できない)

##### ② CDN-1による評価 (EUT-1は参考測定)

表3.2 CDN-1によるサージ試験結果

EUT区分	印加サージ	AEリポート有無	PoE電圧瞬断有無 瞬断時間	EUT復旧有無	AE復旧有無	備考
EUT-2	+1,000	無し	有り, 約10uS	-	-	⇒波形②
EUT-2	+500	無し	-	-	-	
EUT-2	+300	無し	-	-	-	
EUT-2	-1,000	有り	有り, 約5sec.	有	有り	⇒波形④
EUT-2	-500	有り	有り, 約5sec.	有	有り	
EUT-2	-300	無し	-	-	-	
EUT-1	+1,000	有り	有り, 約150uS	有	有り	(注1)
EUT-1	+500	有り	有り, 約150uS	有	有り	(注1)
EUT-1	+300	無し	有り, 約30uS	-	-	(注1)
EUT-1	-1,000	有り	無し	有	無し	(注1)
EUT-1	-500	有り	無し	有	無し	(注1)
EUT-1	-300	有り(2回), 無し(2回)	有り	有	無し	計4回の実施。(注1)

(まとめ)

- ・ EUT-1は+1,000V/-1,000Vともにリポートする。(給電は自動復旧する。)
- ・ EUT-2は+1,000Vではリポート無し。-1,000V/-500Vでリポートする、PoE給電は自動復旧する。

#### PoE電圧の瞬断波形について

##### 【波形①】 リポート無し(CDN-2/EUT-2/+1kV)

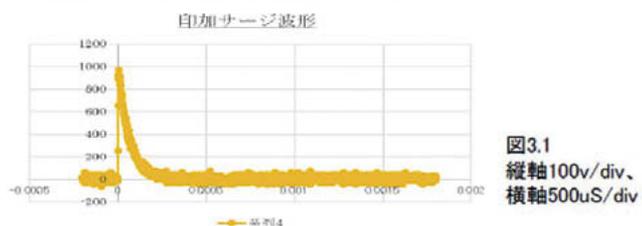


図3.1 縦軸100v/div、横軸500uS/div

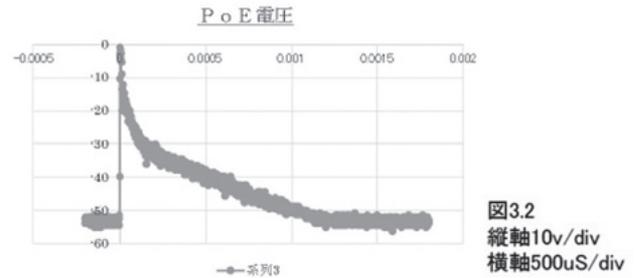


図3.2 縦軸10v/div、横軸500uS/div

##### 【波形②】 リポート無し (CDN-1/EUT-2/+1kV)

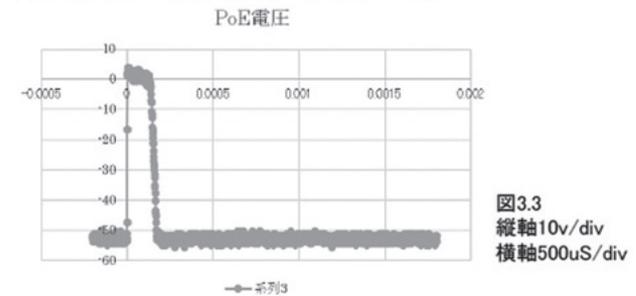


図3.3 縦軸10v/div、横軸500uS/div

##### 【波形③】 リポート有り (CDN-2/EUT-2/-500v)

サージ印加後の約2mSまでは、PoE電圧が出ているが、この後、PoE電圧はゆっくりと変化し、0.1s後にはPoE電圧断に至る。

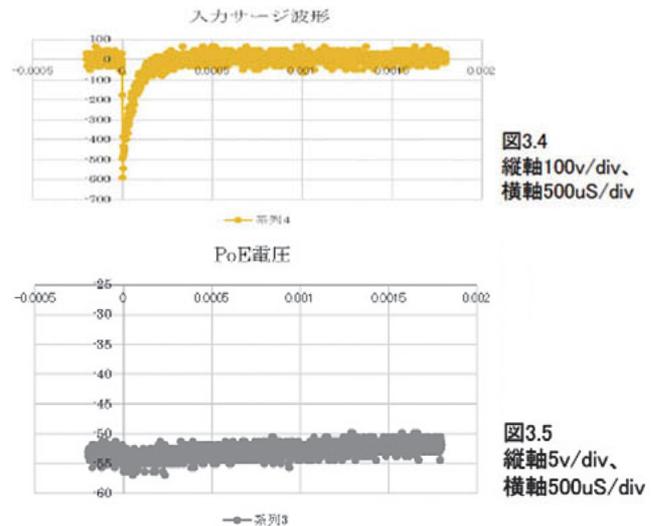


図3.4 縦軸100v/div、横軸500uS/div

図3.5 縦軸5v/div、横軸500uS/div

##### 【波形④】 5.7秒後に自己復旧するケース (CDN-1/EUT-2/-1kV)

図3.6 PoE電圧変化のイメージ図 (0から5.85 Sまでの全区間) (サージ印加時刻は0)

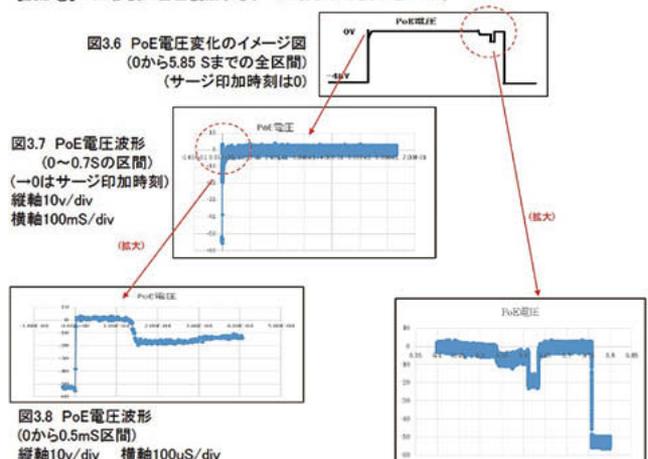


図3.7 PoE電圧波形 (0~0.7Sの区間) (→0はサージ印加時刻) 縦軸10v/div 横軸100mS/div

図3.8 PoE電圧波形 (0から0.5mS区間) 縦軸10v/div 横軸100uS/div

#### 2) MAG JACK<sup>※1</sup> 治具の実験

##### ① PoE給電回路に一般的に用いるLANトランス

※1 MAG JACK 治具：PoE用LANトランスとRJ45ジャックが搭載された試験用プリント板

モジュール (MAG JACK 治具と呼ぶ) を利用して CDN-1 と CDN-2 におけるサージ波形の違いの観測を行った。

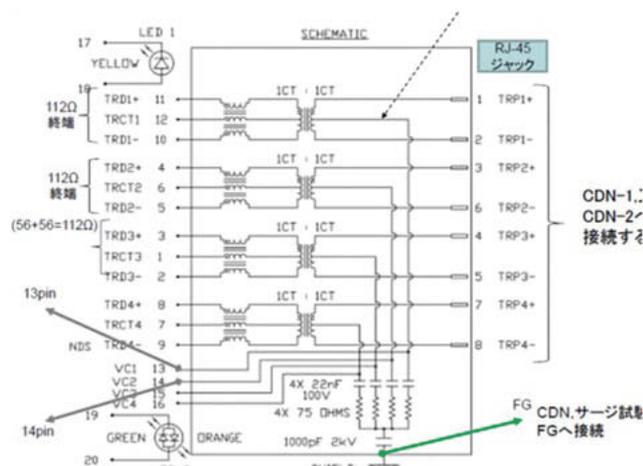


図3.10 MAG JACK 治具 (内部回路)

GDT (Gas Discharge Tubes、ガスアレスター) を利用した CDN-1 においては、各芯線に印加されるサージ波形に時間差が生じるという報告がある。これを確認するため本測定を実施した。測定に際し、各 CDN とオシロスコープ類は RJ-45 端子に接続。また、同治具の端子 11,12 および 4,6 はそれぞれ 112 Ω 抵抗にて終端した (図 3.10 の通り)。RJ-45 ジャック側トランス巻線の中点は MAG JACK 治具内にてコンデンサーを通して 75 Ω にて FG へ交流終端されている (端子 13pin, 14pin は開放としている)。

### ② CDN-1 における 1, 2pin と 3, 6pin のサージ波形 (+500v 時)

- a. 実測データ…実測データ…各芯に印加される対地電圧の差異は最大約 200V。

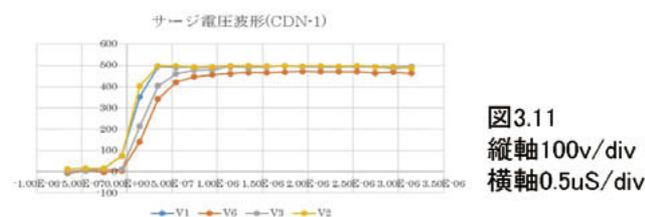


図3.11  
縦軸100v/div  
横軸0.5uS/div

- b. CDN-1 使用時の PoE 電圧生成部に印加されるサージ波形 (実測値を元に算出)

$$\begin{aligned} \text{算出式} &= \text{"1pin と 2pin の中点電圧"} \\ &\quad - \text{"3pin と 6pin の中点電圧"} \end{aligned}$$

LAN トランス 中点間の電位差 (計算値、サージ波頭)

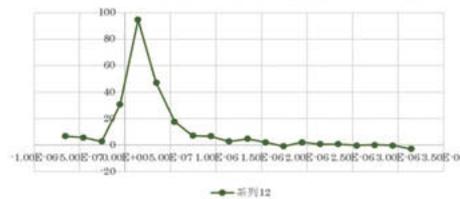


図3.12  
縦軸20v/div  
横軸0.5uS/div

- ・ PoE 生成部へのサージ波の印加時間は最大  $0.3 \mu\text{S}$  以下。
- ・ サージ波振幅は最大で約 100V
- ・ 本グラフは、1 (3) pin の中点電位が 3 (6) pin の中点よりも高いことを示す。

### ③ CDN-2 における 1, 2pin と 3, 6pin のサージ波形 (+500v 時)

- a. 実測データ…各芯に印加される対地電圧の差は最大約 100V。

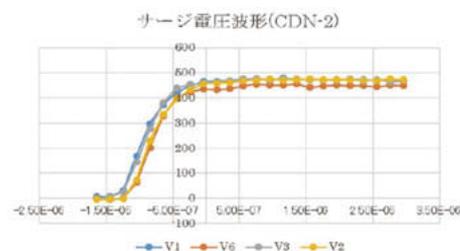


図3.13  
縦軸100v/div  
横軸1uS/div

- b. CDN-2 使用時の PoE 電圧生成部に印加されるサージ波形 (実測値を元に算出)

$$\begin{aligned} \text{算出式} &= \text{"1pin と 2pin の中点電圧"} \\ &\quad - \text{"3pin と 6pin の中点電圧"} \end{aligned}$$

LAN トランス 中点間の電位差 (計算値、サージ波頭)

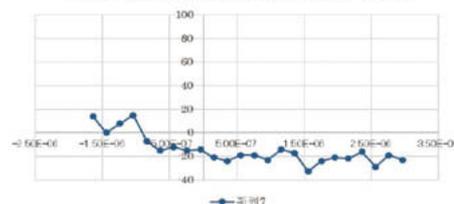


図3.14  
縦軸20v/div  
横軸1uS/div

- ・ PoE 電圧生成部に印加されるサージ波形は +20v/-30v と低く、これは、各芯に印加されるサージ波形の振幅が揃っていて、かつ時間差が無いことを示している

### ④ CDN-1 と CDN-2 の比較

測定値とその計算結果から見て、CDN-2 によって発生したサージ波形が CDN-1 によって生成された波形よりも理想的であることが判った。

## 4. 結果のまとめ

以上の結果につき、要点を取り纏めると以下のことが言える。

1) CDN-2の場合、リブートした場合に、PoE給電チップにて復旧を試みたとしても、AE側への給電は行われなかった。

2) CDN-1の場合、リブートした場合でも、PoE給電チップが復旧を試み、一定時間後にAE（Auxilliary Equipment）への給電が行われた。実際、CDN-1を使った試験において、EUTが5秒後に自己復旧する現象を観測した。（他方、CDN-2を使った試験においては、自己復旧現象は観測できない）

3) MAG JACK 治具によるCDN-1とCDN-2の試験波形観測の結果、CDN-2のサージ波形のほうが理想的であることが確認できた。（しかし、後述するとおり、CDN-2の1(2)-3(6)端子間のディファレンシャル伝送特性が悪く、IEEE802.3af規格に適合できないことが判った）

## 5. 考察

### 1) 瞬断が起きる原因

1,2,3,6pinへの各サージ電圧の振幅差、および時間差により生じたPoE給電ライン（具体的にはEthernetの1(2)pinのトランス中点と3(6)pinのトランス中点）への残留サージ電圧がPoE給電回路やon/off用FETスイッチに加わり、その結果、給電がoffとなる現象が起きる。

### 2) 瞬断又は切断現象が起きるケースの整理

①給電chip（PSE（Power sourcing equipment））側が遮断するが、それを給電chipは認識していないケース。

PoE給電チップベンダーA社では、シミュレーション波形を公開している。図5.1の通り30 $\mu$ S程度の断が発生している。（今回のEUTにA社製チップは使われていない）

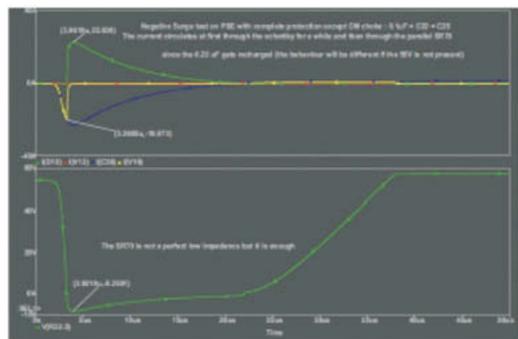


図5.1

②給電chip（PSE）側が自ら遮断するケース。

出力電圧/電流の異常を検出した時には給電制御用のFETスイッチを動作停止させPoE給電を止める（→Port Power OFF機能）

③受電側（PD（Powered device）チップ）が自ら遮断するケース。

受電側のPoE制御チップが、PoE給電の断あるいは給電異常を検出して、自らの受電動作を停止することがある。

### 3) 5秒の断と給電復旧時のPoE電圧波形に関する考察（前項②の遮断後の復旧）

PoE受電端末の自動検出と自動立ち上げが可能なものが市販されており（給電チップ自身に有るもの、上位の機器ソフトにて行うものなど種々あり。後述の通り）、PoE HUBには同機能が具備されているものと思われる。そして、その自動機能により（EUT-2の場合は）約5秒後の復旧動作が行われた。下記に、PoE給電チップのPoEラインの電圧の推移の一例を示す。

詳細は、IEEE802.3af規格を参照いただきたい。

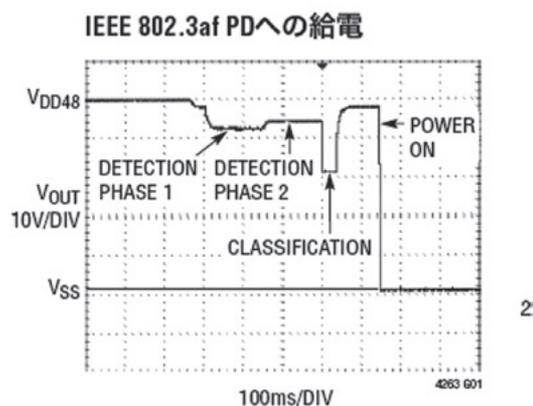


図5.2 PoEの初期シーケンス  
(LTC4263データシート5p引用)

#### 4) AE側のIP電話機の動作

一般的に、SIP (Session Initiation Protocol) サーバを介して通話が成立しているIP電話機の間（例えば端末A, 端末Bとする）では、端末Aがセッションの状態を一定周期で（死活）監視している。セッション監視を行った結果、相手の端末Bが接続されていない状況（たとえば、オンフックや、端末の電源がoffとなるようなケース）と判断されると、端末Aは端末Bへのセッションを切断してしまう、結果としてA～B間の通話が出来なくなる。いまここで、端末Aは正常動作しており、端末Bの電源が瞬断し再び復旧するようなケースでは、端末Bの電源断に伴い、両端末間のセッション確認が異常終了し、セッションが切られてしまう。結果として、引き続き通話を行うためには、新たに呼を張る（セッションを新たに生成する）必要がある。

## 6. 今後の課題

1) PoE給電を自動復旧することが出来るHUBとIP電話機の対向試験を行うためには、今回使用した高速通信線用CDN (CDN-2) は使えない。それは、同CDNではPoE初期化プロトコルを正常に作動させるために（試験実行者による）CDN上のスイッチ操作が必要となるため。（スイッチ操作を行わないと、EUTが仮に判定基準Bに対応していた--自己復旧機能を具備していた--としても、PoEの初期シーケンスが正常に完了しないので自己復旧出来ない）

更に、7項で述べる理由により同スイッチがオフしている時（これはサージ印加時の設定）にCDNの1(2)pin～3(6)pin間に等価的に存在するキャパシタンス分がPoE規格の許容値に適合できないものと推定される。従って、新たな高速通信線用CDNによる、同様の実験が必要である。

2) PoE電圧の瞬断が無くても、リポートした現象の特定。

AE機-受電側 (PD側) へのサージ波の影響は少なく、同PDが独自に受電を止めたとは考えにくい、詳細は究明できなかった。今後の課題としたい。

## 7. 高速通信線用CDNについて

本稿作成時点で市販されているEthernet用CDNの仕様について、カタログ仕様や実機性能の調査を行ったので、その結果について以下に述べる。

1) 今回の実験ではCDN-2としてU社CDNを使用した。同CDNでは、PoE装置の給電開始時に実施される（初期）シーケンスが行なわれる際、人為操作による専用ボタン・スイッチのon/offが必要であることが判明した（→取扱説明に明記されている）。U社のほかにもV社、W社および、X社がEthernet用CDNを販売していることが判明した（下表）。

表7.1 市販のEthernet用CDNについて

仕様	U社	V社	W社	X社
PoE初期化の操作	スイッチ	有り	不詳(*1)	不詳(*1)
高速通信タイプ(*2)	○	○	○	× (GDT式)
試験可能なEUT(*3)	PSE/PD	PSE/PD	原則PD用 PSEも可	PoE機器の サポートの 可否不明

(\*1)ベンダー・カタログによれば操作箇所は見当たらない。  
(\*2)IEC-61000-4-5 Ed3.0 Fig.11に記された形式のCDNか否かを示す。  
(\*3)PSEは給電装置を示す。また、PDは受電装置のことを示す。

2) 今回使用したCDN-1とCDN-2のディファレンシャル・モードの伝送損失特性について確認した結果を以下に示す。

測定に際し、1～2pinを短絡、3～6pinを短絡し、各pinのEUT側からAE側への伝送特性を実測した。また、CDN-2については、前述の初期シーケンス用のボタンスイッチを「on」および「off」の状態に設定した場合のそれぞれの伝送損失特性を測定した。測定系は100Ω/平衡型の測定器を用いた。



#### a.CDN-1の伝送損失特性

(L1L2, L3L6, およびL1L2～L3L6のEUT-AE間)  
以下に示す通り、L1L2, L3L6, およびL1(2)L3(6)の各端子とも数十MHzまでの良好な伝送特性を有している。

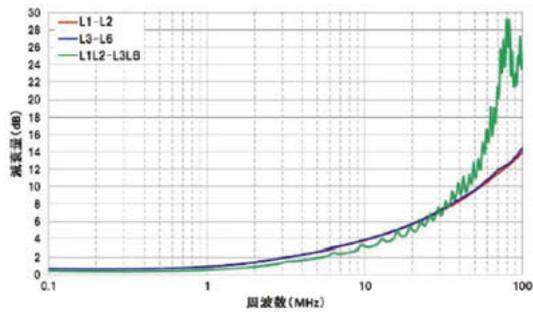
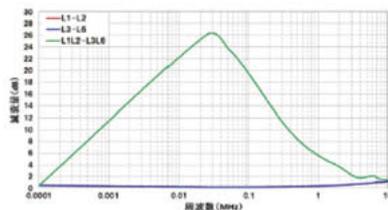
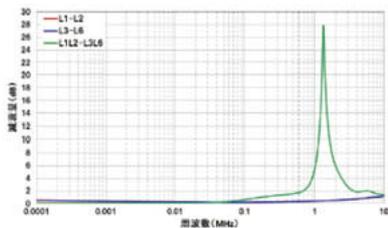
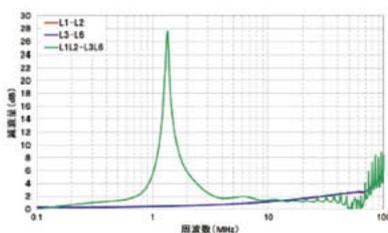


図7.1 CDN-1 伝送損失特性

#### b. CDN-2の伝送特性 (L1L2、L3L6、およびL1L2～L3L6)

PoE初期化スイッチをoffとした場合に30kHz付近をピークとした減衰特性を持つことが判明した。

同スイッチonの場合には、1.5MHz付近に26dB程度の鋭いピーク減衰特性を呈するものの、数十MHzまでフラットな特性であることが分かった。

図7.2 CDN-2 伝送損失特性  
(スイッチoff, 100Hz～10MHz)図7.3 CDN-2 伝送損失特性  
(スイッチon, 100Hz～10MHz)図7.4 CDN-2 伝送損失特性  
(スイッチon, 0.1MHz～100MHz)

前述のように、CDN-2の取扱説明書に依れば、サージ印加試験時にはPoE初期化スイッチをoffとする必要があり、その際には図7.2のように、1(2)～3(6)間に200Hz以上の信号が加わった場合に、減衰することとなる。その結果、PoEシステムにて用いられる初期シーケンス信号 (PoE給電装置側が、PoE受電端末を認識したり、同端末の電力クラスを識別するなどの手順を実行するための手順信号のこと。IEEE802.3af仕様を参照のこと) が正常に伝達されにくくなり、PoE仕様の装置のサージ試験には適さない。

3) 次に、図7.2と図7.3の特性より、LCR直列形式の簡易モデル (図7.5) の導出を検討する。伝送損失ピーク (共振) 周波数と伝送損失値をもとにした簡易計算によれば、スイッチoff時のCintの容量は8uF、スイッチon時のCintは数千pF程度と見積もられる。(ここで、Rintは4Ω、Lintは3uHと仮定)

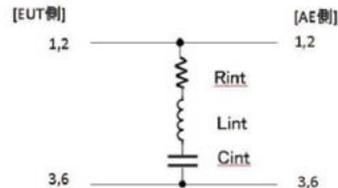


図7.5 CDN-2 簡略化モデル

ここで、PoE規格 (IEEE 802.3af) によれば、給電ラインに並列に実装されるキャパシタンス成分の許容値は150nF以下と規定されている為、上記の8uFという値では同規格に適合できない。(CDN-2の内部回路の詳細については、更なる調査が必要であるが、図2.3におけるC2AとC2Bの値が大きいことに起因するものと思われる。同コンデンサーは、もともとコモンモードで印加されたサージ波成分を減衰させるために設けられたものと考えられるが、PoE規格に適合するためには、あまり大きな値は使えない) 今回、等価回路の検討は粗検討にとどめたが、必要に応じて、別途、シミュレーション等による検討も行いたい。

## 8. PoE給電チップに関する調査

PoE給電 (PSE) チップについてカタログ等にて各社の代表機種の仕様を調査した。併せて、一部のベンダーから、雷サージ印加時の同チップの動作に関してヒアリングを行った。特筆すべき点として、各社とも自動復旧モードがあり、給電装置の制御用ソフトウェア (プログラム/ファームウェア) の介在なしに、サージ印加後に一定時間経過した後に (自動的に) 給電を再開することができる。そのため、PoE給電装置をEUTとしたサージ試験を行う際に用いられるCDNについては、常に動作する必要があり、人手による操作が必要な機種は試験用として不適当と思われる。

### 1) A社

①サージの印加により、電源on/offを行うトランジ

スタ (FET (Field effect transistor)) が瞬間的に on→off→on となる事象があることが、シミュレーションにより確認されている。しかし、瞬時の誤動作を防止するための使い方や付加回路・等の設計に関しては、チップ利用者 (装置/機器の回路設計者) に委ねられている。

- ②自動復旧について…マニュアル、セミ・オート、およびオートの3モードあり。PoE給電装置の制御部からの設定によって、給電が断した後の振舞いに関していくつかの選択肢があることが判った。たとえば、オートモードを選択した場合には、給電断の一定時間後に、PoE給電チップが前述のPoEイニシャライズ信号を自動的に送出し、PoE端末の給電を復旧再開させるような動作を行なうことが可能。

## 2) B社

- ①サージ印加の評価を行って、参照回路を設計しているが、誤動作が起きることを止めるための対策では無く、壊れないような対策を講じている。
- ②自動モードについて…詳細不詳 (非公開)。マニュアルとセミ・オートのモードあり。セミ・オートモード選択時の動作についてはA社に同じ。

## 3) C社

- ①誤動作防止のための回路情報はナシ。
- ②自動モードについて…PoE給電断の後に、繰り返しPoE給電を試みる機能アリ。

## 4) D社

- ①誤動作防止のための回路情報はナシ。
- ②自動モードについて…定期的に繰り返しPoE給電を行う機能アリ (周期は秒オーダー)。容量性負荷時に発生する過電流に対して保護回路が働きいったん給電をoffとするが、その後自動復旧動作に入ることが可能。

## 9. CISPRへの提案と対応

1) PoE機能を持つEthernetポートのサージイミュニティに関し、市販機器の実情を見る限り、判定基

準Cから判定基準Bへの変更は難しい。なお、PoE機能なしのEthernetポート、および電話ポートについては、「H27年度通信ポートにおけるサージイミュニティ試験の調査研究」報告書に記す通り、判定基準をBにすることは可能と考える。

2) PoEポートのサージ試験を行う際に使用されるCDNについて、試験者はPoEの初期イニシャライズ信号を通過させる事ができるか否かの事前確認を行うべきである。今回、報告したように、CDN-1を使った場合は、自動復旧する際にPSE側 (EUT) からPD側 (AE) へ送信される「PoEイニシャライズ信号」が正常に伝送され、PoE給電が復旧できることが確認された。しかし、CDN-2の場合給電復旧は確認できなかった (復旧させるためには、CDN-2のボタン・スイッチの操作が必要である。PSE側の給電開始動作に同期させて同スイッチ操作が必須であるが、これを人手に依って行うのは困難)。

3) CDN-2に関し、AE側へのサージ振幅を許容レベル以下に減衰しつつ、PoEイニシャライズ信号を伝送 (透過) させることができる新たなCDN-2の製品化の実現を提案したい。

4) 「IP電話機の呼の張り直し」操作については、以下に示すいくつかの判断基準が考えられるため、今後のCISPR会議にて協議してゆきたい。

- ①リブート等により、IP電話機の呼が切れ、再び張りなおす作業は、オペレーター操作の一部と解釈され、またサービス断となるため、張り直し動作が必要となった時点で判定基準Bを満たさない。
- ②電話機の呼については、特別な扱いと考へ、PoE給電機能が復旧し、呼を張り直せばいつでも通話が出来る状態に復帰している為、判定基準Bを満たしている。(例 AE側がwebカメラや無線アクセスポイントならば、呼の張り直しは不要であり、判定基準Bを満たす)
- ③サービス断は発生するが、AE側がIP電話機の場合は特別なケースと考へ、人 (操作者) による再発呼を自動復旧回路と見做すことにより、判定基準Bを満たす。

(注) 上記に関しては、2017年3月9日、10日にシンガポールで開催されたCISPR/SC-I WG4ミーティングの席で、当委員会メンバー (CISPRエキスパート) が報告を行った。その結果、CISPR 35規格のLANポートに関する検討項目として、PoEを追加するかどうかの検討を始めることとなった



総務省 / 電波環境協議会主催 電波環境協議会シンポジウム  
 ～医療機関における安心・安全な電波利活用促進シンポジウム～

平成29年12月7日（木）、当会と総務省が主催するシンポジウム「医療機関における安心・安全な電波利活用促進シンポジウム」を大手町サンケイプラザホールにおいて開催しました。なお、このシンポジウムには、電波産業会の他、厚生労働省、文部科学省、公益社団法人日本医師会、四病院団体協議会、公益社団法人全国自治体病院協議会、一般社団法人電子情報技術産業協会からのご後援をいただいています。

このシンポジウムは、平成27年9月にEMCCに設置された「医療機関における電波利用推進部会」（座長：滋慶医療科学大学院大学教授）での検討結果をとりまとめ、平成28年4月4日、EMCCが策定・公表した「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」の普及のために開催されたものです。

シンポジウムでは、平成28年の手引き発表以降に作成した医療機関における「電波の安全利用規程（例）」やリーフレット、今年作成中の人材育成用の動画を紹介し、約400名の方々にご参加いただき、熱心な意見交換がなされました。

シンポジウムでは、総務省 総合通信基盤局長 渡辺克也様より、開会のご挨拶をいただきました。その後、EMCC会長 福地 一様より、EMCCの紹介がありました。講演としては、秋田大学 理事・副学長 近藤克幸様から「病院における電波の利活用事例」を、ハートライフ病院医療技術部臨床工学科 主任 仲松晋也様から「指針を基にした病院内における携帯電話使用規則の見直し」と題したご講演をいただきました。更に、パネル・ディスカッションでは、「安心・安全な電波管理に向けた具体的アプローチ」と題し、滋慶医療科学大学院大学 教授 加納 隆様にコーディネータを務めていただき、手引き作成に関われた（公社）日本医師会 常任理事 石川 広己様、大成建設(株) 課長 遠藤 哲夫、（一社）日本病院会 副会長 大道道大様、フクダ電子(株)テクニカルフェロー村木 能也様に加え、当日講演いただいた近藤様、仲松様にパネリストとして参加いただきました。

写真上段 開会挨拶 左：渡辺様 中央：福地様  
 写真下段 講演風景 左：近藤様 中央：仲松様  
 写真右・上下段 パネリスト席



## 第41回講演会 ～ CISPR ウラジオストク会議報告会～

2017年の国際無線障害特別委員会（CISPR）会議は、ロシアのウラジオストクにおいて10月2日から10月6日までの5日間にわたり開催されました。

我が国からは、電波利用環境委員会 専門委員 雨宮 不二雄（NTTアドバンステクノロジー株式会社）をはじめ、総勢28名の方が参加されました。当協議会では、参加された方々に講師としてご協力をいただき、第41回講演会「CISPRウラジオストク会議報告会」を平成30年3月8日に電波産業会において開催させていただきました。

### 【講演会講師の方々】

- ・総会 雨宮 不二雄 氏
- ・SC/A 石上 忍 氏
- ・SC/B 吉岡 康哉 氏
- ・SC/F 平伴 喜光 氏
- ・SC/H 松本 泰 氏
- ・SC/I 堀 和行 氏



なお、講演資料および報告書「CISPRの現状と動向 ～ウラジオストク会議の結果を踏まえて～」は、協議会ホームページ内会員ページの「CISPR報告会」および「CISPR報告書」にpdf形式で掲載しておりますのでご利用ください。

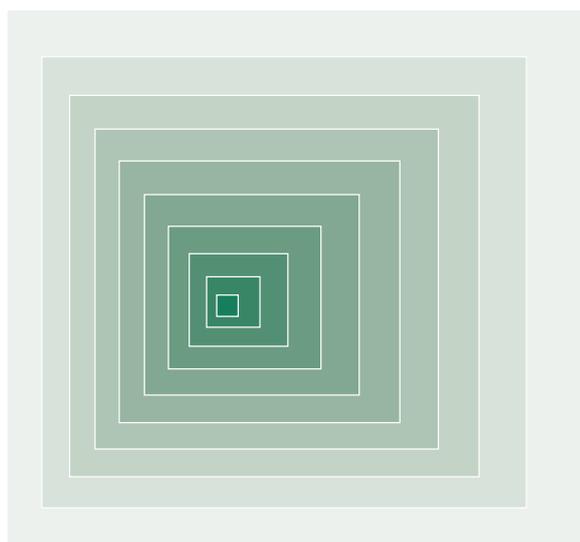
## 編集後記

今回は、これからCISPRの規格策定を担う世代のために、規格策定の比較的初期からの変遷と背景をまとめるCISPRアーカイブス活動からは、東北大学 名誉教授 杉浦 行先生に「我が国のCISPR活動の黎明期」を寄稿いただきました。

また、専門委員会の平成28年度活動報告としては、調査研究成果報告3件、一般社団法人 電子情報技術産業協会 千代島様から「CISPR 32における放電ノイズ等のAPD測定に関する調査研究報告」を、一般社団法人日本照明工業会の平伴様から「医用テレメータが使用する周波数範囲でのLED照明機器のノイズ・レベルの調査・研究報告」を、一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会の齊藤様から、「PoE給電機能を持った通信ポートにおけるサージイミュニティ試験の調査研究」を寄稿いただきました。

編集にあたり、執筆者の皆様をはじめ、ご協力をいただきました方々に感謝申し上げます。

（事務局）



—無断転載を禁ず—

## EMCCレポート第33号

平成30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