

陳述書

平成21年6月15日

住所 [REDACTED]
 肩書 [REDACTED]
 氏名 杉 浦 行

第1 経歴等

- 1 私は、昭和41年3月、福井大学工学部応用物理学科卒業後、大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻修士課程に進学し、昭和43年3月、同課程を修了しました。その後、平成8年、各種機器の不要電波の測定法に関する研究により、東京工業大学から博士号を取得しております。

昭和43年、郵政省電波研究所（後の郵政省通信総合研究所、現在の独立行政法人情報通信研究機構）に入所いたしました。同研究所では、電磁環境研究室長、校正検定課長、標準測定部長、関東支所長、電磁波技術部長を経て、平成9年、総合研究官に就任いたしました。平成11年、郵政省通信総合研究所を退職し、同年、東北大学電気通信研究所教授となり、平成19年3月31日、定年により退職いたしました。現在は、東北大学名誉教授、独立行政法人情報通信研究機構EMCプログラムコーディネーター、財団法人テレコムエンジニアリングセンター参与（技術顧問）を務めております。

また、昭和54年以降、後述します国際無線障害特別委員会（CISPR（シスプル））のSC-A（A小委員会：無線周波妨害波測定及びこれに係る統計的手法を検討する小委員会）のエキスパートやプロジェクトリーダーとして、国際規格であるCISPR規格の作成に従事しているほか、平成17年から同20年までの間、CISPRの運営委員会の構成員として、CISPRそのものの運営にも関与させていただきました。更に、昭和57年以降、郵政省電波技術審議会（現在の総務省情報通信審議会情報通信技術分科会）CISPR委員会の専門委員および主査代理を務め、平成16年から本年1月まで同委員会の主査として、通信・放送システムの無線障害を引き起こす各種機器の不要電波（電磁妨害波）の規制に関する国内規格の策定に従事いたしました。

なお、CISPRとは、無線障害の原因となる各種機器からの電磁妨害波に関し、その許容値と測定法を国際的に合意することによって国際貿易を促進することを目的として昭和9年（1934年）に設置された国際組織で、電波監理機関、放送・通信事業者、産業界、大学・研究機関などからなる各国代表、さらに無線妨害の抑

庄に関心を持ついくつかの国際機関も構成員となっています。現在は国際電気標準会議（IEC）に所属しますが、IECの他の専門委員会とは異なり、各国の電波行政と密接に関係する国際規格を審議しています。CISPRで策定された国際規格（CISPR規格）は、多くの国で受け入れられています。また、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会CISPR委員会は、CISPRが定める国際規格について、この規格案に対する寄与及び評価、さらに決定されたCISPR規格の国内規格化について審議を行うことを担務としています。

私の専門分野は、主に無線通信や電気電子機器における電磁障害対策を扱う環境電磁工学（EMC）で、主として、電磁妨害波の測定に使用する測定器、アンテナ、測定場などについて、それらの特性や校正法、適性評価法などの研究に従事してまいりました。

2 PLCに関する経歴等

私は、平成14年、総務省総合通信基盤局電波部長の研究会として設けられた「電力線搬送通信設備に関する研究会」の座長として、電力線搬送通信（PLC）の高度化のための使用周波数の拡大について、既存無線通信との周波数共用の可能性及びその条件を検討し、報告書を取りまとめました。この研究会では、実際の家屋の電力線にPLC設備を設置して家屋から漏えいする電波の強度を測定するなど、主としてPLCに関連する問題点を調査しました。

また、平成17年、総務省総合通信基盤局長の研究会として設けられた「高速電力線搬送通信に関する研究会」の座長として、電力線搬送通信と無線利用との共存の可能性及び共存条件等について検討を行い、報告書を取りまとめました。この研究会には、大学・国立研究機関の研究者のほか、利害関係のある各種通信・放送事業者およびPLC関連産業界の関係者が多数加わり、様々な理論計算や測定実験を行い、これに基づいて非常に広範でかつ技術的な意見交換を行いました。報告書にはそれらが集約されています。

更に、平成18年、情報通信審議会情報通信技術分科会CISPR委員会の下に高速電力線搬送通信設備の許容値及び測定法に係る専門的な審議を行うために設置された高速電力線搬送通信設備小委員会の主任として、「CISPR委員会報告（案）」を取りまとめました。この小委員会は、PLCの許容値及び測定法の草案を制定することを目的としており、上記の平成17年の研究会の報告書に基づいて審議を行い、実際の家屋を用いた測定実験などを行って許容値及び測定法を取りまとめました。

- 3 私は、2で述べたほか、情報通信審議会情報通信技術分科会CISPR委員会の主査として、高速電力線搬送通信設備小委員会から提案を受けた「CISPR委員会報告（案）」に基づき「高速電力線搬送通信設備に係る許容値及び測定法」に係る審議を行い、CISPR委員会報告を取りまとめて情報通信技術分科会に報告するなど、PLC設備の型式指定処分をする際の要件である技術基準（以下「本件技

術基準」と言います。)の基となる情報通信審議会の答申(以下「答申」といいます。)の策定に関与してきました。

答申の内容は、上述の研究会や委員会の委員等の諸先生方に十分に検討していただいた上で策定されたものですので、電波に関する学術的、実務的關係者多数の見識にも合致するものであると考えています。本件技術基準は、答申の内容から変更されていないと聞いておりますので、P L Cの利用と他の電波利用が共存するための基準として合理的なものであると思います。

したがって、本件技術基準に適合するP L C設備を使用するのであれば、他の電波利用との共存が可能であると考えます。

そこで、答申の策定に携わった立場から、本件技術基準の概要を説明し、次いで、それが合理的であると考えられる理由を説明致します。なお、説明の便宜のため、電波監理審議会の審理に提出されている書証類を引用する場合には、その書類に付されている証拠番号を用いることと致します。

第2 本件技術基準の概要について

- 1 P L C設備とは、電力線に通信信号(高周波電流)を流すことによって、情報伝送を行う機器のことで、従前は屋内に敷設された電力線に10kHz～450kHzの周波数の通信信号を流す場合に限ってその使用が認められていましたが、2MHz～30MHzの周波数の通信信号を流すことができれば、より高速な情報伝送が可能となります。

しかし、詳しくは第3で説明致しますが、P L C設備を設置することに伴い発生する電磁波が他の無線業務に悪影響を及ぼすおそれがあります。特に、電力線に高周波の通信信号を流すと、同じ周波数の周波数が発生することになりますが、2MHz～30MHzの周波数帯は、短波放送やアマチュア無線をはじめとした各種無線業務に利用されているため、これらの無線業務に及ぼす影響を極力抑える必要があります。

そこで、屋内に敷設された電力線に2MHz～30MHzの周波数の通信信号を流すP L C設備を利用するに当たって、これらの無線業務に及ぼす影響をできるだけ制限して、無線利用との共存を可能とするための条件(電磁妨害波に関する許容値及びその測定方法)を検討する必要があります。そして、その検討の結果、P L C設備の利用と他の電波利用が共存するための合理的な基準として策定されたのが、本件技術基準です。

- 2 本件技術基準の概要は、「平成18年6月29日付け情報通信審議会答申」の答申別紙(乙第4号証3ページ～10ページ・添付資料1)に記載されているとおりですが、その要点を簡単に説明しておきます。

(1) 対象の設備

まず、本件技術基準の対象となる設備は、定格電圧100V又は200V及び定格周波数50Hz又は60Hzの単相交流を通じる電力線に高周波電流を重畳

して通信を行う PLC 設備で、屋内でのみ使用するものであって、信号伝送のための搬送波の周波数が 2 MHz ～ 30 MHz の範囲にあるもの（受信のみを目的とするものを除く。）です。

つまり、ごく大雑把にお話しすると、一般家庭や事業所の屋内に敷設された電力線（コンセントに繋がる電線）に、短波帯域の周波数の通信信号を流すものと考ええるとイメージし易いと思います。この PLC 設備を利用すれば、コンセントを介して通信を行えますので、有線又は無線 LAN の設備がなくても、当該家屋内のパソコン等からインターネット等を利用できるようになります。

（２）許容値

次に、本件技術基準の対象となる PLC 設備によって生じる電磁妨害波の許容値について説明します。

これについては、PLC 設備が通信状態において発生する 30 MHz 以上の周波数の電磁妨害波に適用する許容値と、それ以下の周波数の電磁妨害波に適用する許容値とは、許容値の定め方が本質的に異なります。

① 30 MHz 以上の周波数帯

まず、30 MHz 以上の周波数帯の場合、PLC 設備から距離 10 メートルの地点における電波（これを放射妨害波といいます。）の電界強度（電波の強さ）で許容値を定めています。

許容値を電界強度で定めた理由は、30 MHz 以上では、一般に PLC 設備のきょう体および付属電力線（電源ケーブル）から電波が直接放射されるものであり、電波無反射室等の広い測定場において、距離 10 メートルにおける電界強度を測定することが容易に行えるためです。

② 30 MHz 以下の周波数帯

次に、30 MHz 以下の周波数帯では、PLC 設備が接続された電力線を伝わるコモンモード電流（これを伝導妨害波といいます。）の大きさで許容値を定めています。

30 MHz 以下の電波は、PLC 設備のきょう体からではなく、主に、それが接続された屋内の電力線から放射されます。すなわち、屋内電力線を流れる PLC 信号のコモンモード電流によって電波が発生しますので（詳しくは第 3 で説明します。）、許容値をコモンモード電流で決めました。

但し、PLC 設備の試験を実際の屋内電力線に装着して行う場合、電力線に流れるコモンモード電流の値は、電力線の配線状況や電力線に接続されている電気・電子機器類の状態、さらに周波数や測定点などに強く依存します。したがって、例えば、コモンモード電流が発生し難い電力線の配線条件下で PLC 設備の試験を行い、測定されたコモンモード電流が許容値以下であっても、その設備を実際の家屋の電力線に設置した場合に、許容値を上回るコモンモード電流が流れて、強い電波が発生する場合があります。そこで、PLC 設備が技術基準（許容値）を満足するかを確認する試験でコモンモード電流を測定する際には、7 で後述するように、実際の屋内電力線の特性に基づいてコモンモー

ド電流が発生しやすい状況の屋内電力線を模擬した装置（インピーダンス安定化回路網といいます。）を使用して、この装置に流れ込むコモンモード電流を測定することとしました。このような測定条件を付することによって、本件技術基準の許容値による規制が、P L C と他の無線利用が共存するために十分に機能するように配慮しています。

P L C 設備が非通信状態の場合については、パソコン等の一般的な情報技術装置と変わるところがないことから、これら情報技術装置の電磁妨害波に関する C I S P R 規格の許容値を P L C 設備の許容値として採用しました。

次に、P L C 設備に適用する 3 0 M H z 以下の電磁妨害波の許容値を電界強度で規定しなかった理由について簡単に述べます。本件技術基準では、この周波数帯の許容値をコモンモード電流で規定していますが、家屋から漏えいする電波の電界強度で規定することも原理的には可能です。ただし、この場合、P L C 設備が許容値を満たしているかどうかを判断するためには、電界強度の測定が可能でなければなりません。しかしながら、P L C 設備を試験する際に、これを家屋や建物に設置して、その周辺で電界強度を測定しようとしても、屋内で使用されている他の多数の電気・電子機器や自然現象などに由来する様々な電波（周囲雑音）が存在しているため、これらに邪魔されて正確な測定が困難です。しかも、これらの電波の電界強度は、測定周波数や場所で大きく変わるほか、電気・電子機器の動作状態や環境条件によって、また時間とともに大きく変動するので、漏えい電波の電界強度が周囲雑音の電界強度よりも十分高くなければ、周囲雑音と区別して測定することができません。換言すれば、漏えい電波の電界強度で許容値を定める場合は、その許容値を周囲雑音レベルよりも相当高い値とせざるを得ないこととなりますが、そのような高い値を許容値とすることは適当ではありません。

また、漏えい電波の電界強度は、試験の際に P L C 設備を設置する個々の家屋内の電力線の配線状況や家屋壁面などの建材の特性（木造やコンクリート等によって電波の減衰度合いが異なります。）などに大きく左右され、さらに測定場所によっても著しく異なります。このため、P L C 設備が許容値を満足することを確認する試験において、電界強度測定を正確にかつ再現性良く実施することは極めて困難です。

したがって C I S P R 委員会は、このような漏えい電波の電界強度測定に関する様々な問題点を考慮し、かつ漏えい電波の発生源である屋内電力線のコモンモード信号電流を直接的に制限するために、屋内電力線の特性を模擬したインピーダンス安定化回路網を被試験 P L C 設備に接続して、P L C 設備の電力線に流れるコモンモード電流を測定し、これによって規制することとして、この電流に関する許容値を定めました。

- 3 ちなみに、本件技術基準は、私や各委員会の先生方の独創的な発案に基づくもの

ではなく、無線障害の抑制を目的とした電磁妨害波に関する国際規格（CISPR規格）の考え方及び許容値・測定法に準拠して作られたもので、この観点からも合理的であると考えられます。

例えば、30MHz以上の周波数帯の電磁妨害波に関する許容値は、CISPR規格（平成9年11月に発行されたCISPR22第3版）（乙121号証104ページの表6。添付資料2）をそのまま採用しています。また、30MHz以下の周波数帯の非通信状態の許容値も、同様にCISPR規格（乙121号証102ページの表2。添付資料3）をそのまま採用しています。

なお、30MHz以下の周波数帯で通信状態のPLC設備に適用する許容値については、これに該当するCISPR規格は未だ存在せず、現在CISPRで策定作業中です。このため、PLC設備と同様に、接続された電線に通信信号（高周波電流）を流すLANモデムやADSLモデムなどに適用されるCISPR規格（乙121号証103ページの表4。添付資料4）の考え方を踏襲し、かつ屋内電力線の特性の実態に合わせて、PLC設備のコモンモード電流許容値を規定しました。CISPRでは、このように30MHz以下の通信信号による電磁妨害波の許容値をコモンモード電流によって規制しておりますので、本件技術基準でコモンモード電流の許容値を定めることに合理性があることは明らかです。

以下、第3においては、本件技術基準の基となる答申の許容値を決定するに当たって、どのような検討を行ったのか、その検討結果が許容値を決定する際にどのように反映されたのかについて説明致します。特に、電波監理審議会の審理で異議申立人が争点としている、通信状態のPLC設備について30MHz以下の周波数帯に適用する許容値を決定した経緯、そして、決定した許容値が合理的であることを説明することにします（説明の都合上、これまでの説明内容と重複する部分もございますが、その点をご容赦下さい）。

第3 本件技術基準の合理性について

1 既に説明したことからも明らかなとおり、本件技術基準は、PLCと他の無線通信との共存を考え、PLC設備を使用することによって発生する漏えい電波を、他の無線設備の機能に継続的かつ重大な障害を与える可能性が低いと考えられるレベルに抑えることを目的として、屋内で利用される様々な電気・電子機器の電磁妨害波の許容値に関する国際規格（CISPR規格）との整合性も考慮して策定しました。

2 まず、PLCから発生する漏えい電波について説明します。

PLC設備を接続することになる屋内の電力線は、一般に2本の電線で構成されています。この2本の電線に商用周波数（50ヘルツ又は60ヘルツ）の電圧を加えますと、それぞれの電線に、大きさが等しくかつ逆向きの電流が流れます。

しかし、電線に加える電圧の周波数が高くなると、2本の電線の不平衡状態の影

響が表れ易くなり（後記3で詳述）、一般に、それぞれの電線に流れる電流の大きさは異なるようになります。

例として、各々の電線に流れる電流が互いに逆向きで、大きさが異なる状態を図1左に示します。この図1左のように流れている電流は、数学的には、「大きさが等しく、かつ逆方向に流れる電流」成分（図1中）と「大きさが等しく、かつ同方向に流れる電流」成分（図1右）の和として表すことができます。前者を「ディファレンシャルモード電流」（大きさが等しく逆方向の電流）、後者を「コモンモード電流」（大きさが等しく同方向の電流）と呼んでいます。

ところで、一般に、電線に高周波電流が流れますと、電線のまわりに電波（電磁波）が放射されます。しかし、2本の電線を逆向きに流れるディファレンシャルモード電流によって発生する電波は、各線から発生する電波が互いに打ち消し合うため、まったく目立たなくなります。これに対して、2本の電線を同じ向きに流れるコモンモード電流は、発生する電波が打ち消されずにそのまま放射されるので、無線障害の原因となることがあります。

PLC設備は、電力線の2本の電線にデジタル信号をディファレンシャルモード電流として送出します。しかし、様々な理由（後記3で詳述します。）によって、本来のディファレンシャルモード電流に加えて、コモンモード電流が発生するため、このコモンモード電流によって電波が放射されることになります。

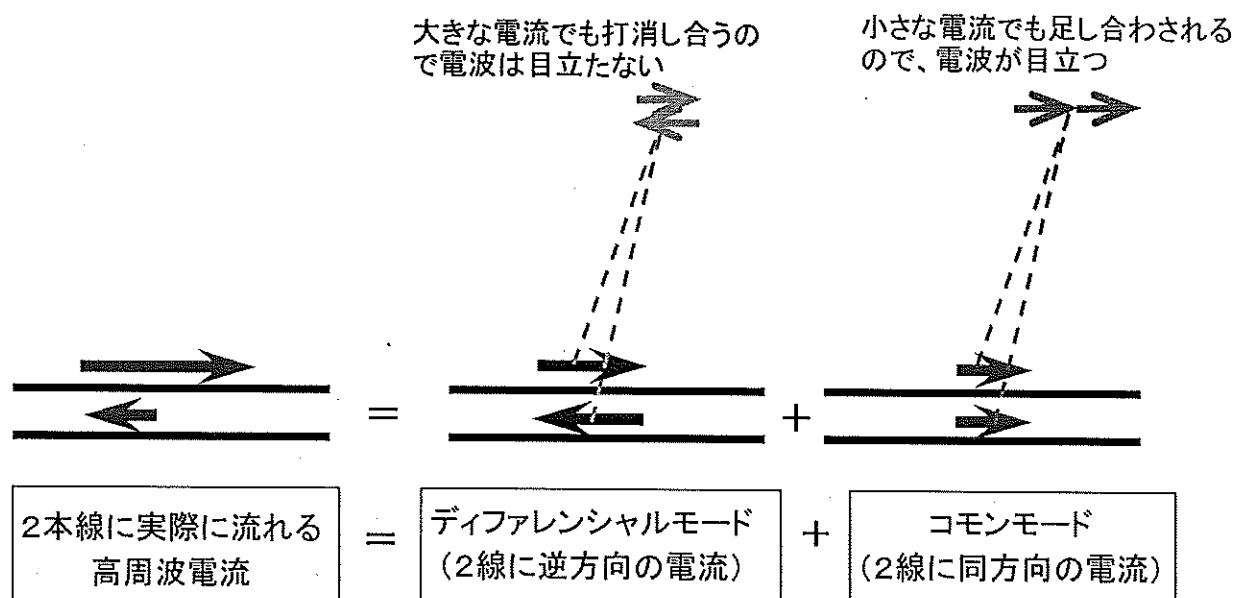


図1 ディファレンシャルモード電流とコモンモード電流による電磁波

3 ここで、コモンモード電流の発生機構について説明します。

2で述べたように、PLCはディファレンシャルモードの信号電流を用いて通信を行います。そのため、理想的な状態ならば、信号電流にコモンモード電流成分は含まれません。

既に述べたように、ディファレンシャルモード電流は、電力線の2本の線に大き

さが等しく、互いに逆向きに流れる電流です。この場合、電力線に接続されている機器や近傍の物体が、2本の線に対して電氣的に対称に配置されていれば、電流はディファレンシャルモードのまま流れます。このような状態を電氣的に「平衡状態」といいます。

しかし、例えば図2のような配線を有する家屋を考えた場合、A点から分岐線を見ると照明器具の先にスイッチがついていますが、B点から見ると、スイッチの先に照明器具が付いていることになり、2本の線に対して接続されている機器が電氣的に対称な配置でなく、電氣的に「不平衡状態」になっています。一般の家屋にある電力線のほとんどは、このような不平衡状態であると思われます。

この不平衡状態の程度は、スイッチのオン・オフによっても変化します。また、コンセントに接続されている家電機器の動作状態によっても変化します。P L C信号のコモンモード電流成分は、この不平衡状態が発生している箇所でディファレンシャルモードの信号電流から変換されて発生します。

上述のとおり、一般の家屋の電力線は不平衡状態であることが一般的ですので、ほとんどの場合において、コモンモード電流が発生することになります。ディファレンシャルモードの信号電流がコモンモード電流に変換される割合は、不平衡状態の程度によって異なります。

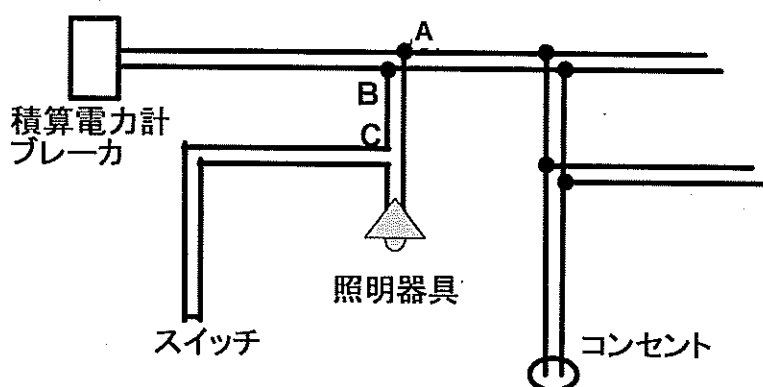


図2 簡単な屋内配線モデル

- 4 次に、P L C設備を設置した家屋からの漏えい電波をコモンモード電流で規制することの必要性・妥当性について説明いたします。

無線設備の受信障害は、P L C設備を設置した家屋からの漏えい電波によって発生するおそれがあります。したがって、P L C設備に適用する技術基準（許容値）の検討に当たっては、漏えい電波の強度である電界強度で許容値を規定することを最初に思いつきます。しかし、既に第2の2で述べたように、許容値として漏えい電波の電界強度を用いることは、30MHz以下の周波数帯においては、実質的に困難です（後記5参照。）。

ところで、一般に、ある物理量で直接規制するのが実質的に困難である場合に、当該物理値と相関関係がある他の物理量があれば、これを用いて規制することは可能です。したがって、本件のように電界強度で直接規制することが困難である場合、

電界強度と相関関係がある物理量であり、かつ、その測定が容易なものを用いて規制すれば、有効な規制を行うことができます。そこで、30MHz以下の周波数帯においては、漏えい電波の発生源であり、漏えい電波の電界強度と相関関係がある物理量であるコモンモード電流（通信時）で規制することに致しました。その理由は、後記5で詳述します。

なお、後記5で述べるとおり、漏えい電波によって発生する無線障害を抑制するために、その原因であるPLC設備にコモンモード電流の許容値を適用することは、国際的に見てもごく常識的なことです。現に、情報技術装置の電磁妨害波を規制するCISPR規格では、そのように規定しています。

- 5 申立人らは、30MHz以下の周波数帯についてコモンモード電流で規制することを問題視しておりますので、以下においては、主にコモンモード電流で規制することの合理性を詳述致します。

PLCを使用する家屋から漏えいする電波は、既に2で述べたように、電力線を通るPLC信号電流のうちコモンモード電流成分によって発生します。また、漏えいする電波の強度はこのコモンモード電流の大きさに比例しますので、コモンモード電流の大きさと漏えい電波の電界強度の間に相関関係を認めることができます。

許容値を漏えい電波の電界強度で定めずに、これと相関関係のあるコモンモード電流の値で規定した理由としては、以下の2点があります。

1点は、許容値を測定可能でかつ無線障害の抑制に効果的なものとするためです。

PLC設備のみならず、家屋内や建物内で使用されている多数の電気・電子機器からもコモンモード電流が発生しています。したがって、家屋や建物の周辺で電波の測定を行うと、PLC設備を使用していなくても、様々な電波（周囲雑音）が観測されます。当然のことながら、この電波の強さは、周波数、場所で大きく異なるほか、電気・電子機器の使用状態や環境条件によって、また時間とともに大きく変動します。

それゆえ、個々のPLC設備によって発生する電磁妨害波を、PLC設備を設置した家屋の漏えい電波の電界強度で規制することとすると、その電波の電界強度が周囲雑音の電界強度よりも十分高くなければ正確な測定は不可能です。したがって、必然的に、電界強度の許容値は、変動する周囲雑音レベルより相当高い値とせざるを得ないことになってしまいます。

また、仮に、PLC設備を設置した家屋の漏えい電波の電界強度を周囲雑音の影響が少ない状態で測定できても、その測定結果は当該家屋の電力線の配線状況や家屋の建材の使用状況（木造やコンクリート等によって電波の減衰度合いが異なります。）などに強く依存します。したがって、得られる測定結果はあくまでも対象とするPLC設備を当該家屋に設置した場合の特殊な測定結果であり、対象とするPLC設備の特性のみを反映したものとは考えられません。このように、漏えい電波

の電界強度でP L C設備の電磁妨害波を規制しても、それを実際に運用することは極めて困難と思われます。これに対して、定められた測定条件においてP L C設備の電源線に流れるコモンモード電流で規制すれば、周囲雑音レベルに関係なく漏えい電波を抑制することができることになります。

もう1点は、他の電気・電子機器の電磁妨害波の許容値との整合をとるためです。

上述のとおり、家屋内で使用されている多数の電気・電子機器によっても、電力線にコモンモード電流が流れ、漏えい電波を発生するため、近隣の無線設備に対して障害を与える可能性があります。

このため、無線障害を抑制する観点から電気電子機器の電磁妨害波に関する国際規格を審議・決定している国際無線障害特別委員会（C I S P R）は、情報技術装置のL A Nなどの信号線について、漏えい電波の原因であるコモンモード電流の許容値を規格として定めています（平成9年11月に発行されたC I S P R 22第3版。その内容は、郵政省電気通信技術審議会答申として公表されています。）。この規格は我が国も採用しています。したがって、情報技術装置の一種であるP L C設備についても、電界強度ではなく、コモンモード電流によって規制し、C I S P R規格に準拠することが妥当と考えます。

6 次に、本件技術基準の許容値の根拠について説明いたします。

5で述べましたように、基本的には既存のC I S P R規格を尊重することとし、その許容値の妥当性を理論計算や測定実験を行って以下のように検討しました。（乙4号証83ページ以下。添付資料5）。

すなわち、現実にP L C設備が設置される建物は多種多様であり、その内部の電力線の配線も千差万別ですから、許容値の検討に当たっては、代表的な家屋を想定し、この家屋内の電力線配線として、極めて複雑な実際の配線を非常に単純化した配線に置き換えたモデル家屋を想定しました。このモデル家屋の電力線配線にP L C設備を接続して使用したときに、当該家屋から放射される漏えい電波を理論的に推定致しました。その結果に基づいて、当該漏えい電波が規定の距離において周囲雑音レベルと同程度以下となるように、電力線を流れるコモンモード電流値を算出し、P L C設備が技術基準（許容値）を満足するかを確認する試験に適用すべきコモンモード電流の許容値を検討することとしました。

具体的には、以下のように検討しました。

（1） 家屋内の電力線配線の単純化

現実の家屋等の構造は千差万別であり、その電力線の配線も非常に複雑で、電力線に接続されている電気・電子機器も様々です。しかし、種々の検討の結果、以下のことが大略分かりました。

ア 単純化した電力線配線を使用した実測結果及び計算機シミュレーションの結果から、電力線から放射される電波は、電力線に平衡度を大きく左右するような電気・電子機器が接続されていなければ、電力線の分岐やスイッチの

影響を余り受けない（乙4号証48ページ以下。添付資料6。なお、分岐線を通るコモンモード電流による漏えい電波についても別途検討しております。乙81号証3ページ3.2節参照。添付資料7）。

イ 漏えい電波を発生する原因は電力線に流れるコモンモード電流であるが、このコモンモード電流の値は、PLC信号の電圧、線路の平衡度を示す指標である「縦電圧変換損」（LCI）、「コモンモードインピーダンス」及び「ディファレンシャルモードインピーダンス」などの物理量（後記7（2）参照）から大略推定できる（乙4号証40ページ以下。添付資料8）。

ウ 実際の家屋等内の電力線に関する実測結果から、同一家屋内の電力線を伝搬するPLC信号は、同相同一回路（分電盤等を経由せず、電力線で直接接続されている回路。途中に減衰原因となる分電盤などを含んでいないため、減衰が少ない。）に属するコンセントの間で10dB（デシベル）～20dB程度、分電盤で分岐される別回路間では20dB～80dB程度減衰する（乙4号証70ページ以下。添付資料9）。

これらの結果を踏まえ、モデル家屋として2階建ての家屋を想定し、その各階に長さ20mの地面と平行に敷設された電力線1本（2階建てであるので、計2本）、1階と2階の電力線を結ぶ長さ5.6mの地面と垂直に敷設された電力線1本の計3本を置き、各電力線のそれぞれの中央にPLC設備が1台ずつ設置された電力線配線を仮定しました。（乙4号証83ページ・添付資料5）。

なお、この単純化した家屋モデルにおいて、各電力線は近接する2本の電線で構成されるものでなく、1本の電線のみで構成されていると仮定しました。この理由は、漏えい電波の検討においては、コモンモード電流、すなわち、近接する2本の電線に同方向に流れる電流のみを考慮すればよいことから、この2本の電線に流れるコモンモード電流の和が1本の電線に流れているものと見なすことができるためです。

（2） モデル家屋から発生する電波の強さ

（1）で想定したモデル家屋に置かれたPLC設備が原因となって発生する電波の強度を算出するに当たって、強度が最大になる場合を検討対象にしました。すなわち、（1）で想定した3台のPLC設備は、互いに独立して同時に動作するものとし、その影響の総和を採ることとしました。

なお、モデル家屋の電力線に流れるコモンモード電流の値及びこれによって発生する電波の電界強度の関係は、理論計算によって求めました（乙4号証54ページ以下。添付資料10）。例えば、電力線のそれぞれに最大1mA（ミリアンペア）のコモンモード電流が流れると仮定したときに電力線から距離10m離れた位置における電波の電界強度は、周波数によって大きく変化しますが、2～10MHzでは大略75dB μ V/m（デシベルマイクロボルトパーメートル）、10～30MHzでは大略76dB μ V/mとなりました（乙4号証84ページ・添付資料5の2ページ）。

なお、上記の値は、家屋の建材等による減衰が無い場合の電界強度です。したがって、家屋から漏えいする電波の強度を求めるには、この値に建材による

減衰を考慮しなければなりません。

(3) PLC設備に適用すべき許容値の計算

(2) で計算したものは、モデル家屋内の電力線のそれぞれに最大1mAのコモンモード電流が流れると仮定したときの電波の強度です。先述のとおり、家屋から漏えいする電波の強度は、上記の値に家屋の建材等による減衰を考慮する必要があります。さらに、この漏えい電波の電界強度を、家屋からどの程度離れた距離において、どのレベルに制限するかを決めなければ、PLC設備に適用すべきコモンモード電流の許容値を算出することができません。したがって以下では、漏えい電波の電界強度の許容レベルと、その許容レベルを満たすべき位置（家屋からの距離）と、家屋の建材による電波の減衰を検討しました。さらに、これらの検討結果に基づいて、個々のPLC設備の試験において適用すべきコモンモード電流の許容値を算出しました。その検討結果を以下で簡単に述べます。

ア 漏えい電波の電界強度の許容レベル

2MHz～30MHzの周波数の電波を現に使用している無線局等について、各無線局等で使用されている受信機が受信できる最も弱い電波の強度（無線局等の受信感度レベル）と周囲雑音レベルとを比較したところ、周囲雑音の強度は、無線局等の受信感度レベルと同程度かそれよりも強いことが分かりました。すなわち、多くの無線局等では、周囲雑音によって受信性能が制限されていることとなります（乙4号証35ページ以下。添付資料11）。また、周囲雑音のレベルは、周波数、場所や時刻によっても大きく変動します。これらのことから、本件PLCが原因となって発生する漏えい電波についても、各無線局等の受信感度レベルまで低下させなくとも、周囲雑音レベル程度以下まで抑制すれば、無線局等と共存は可能（無線局等の機能に継続的かつ重大な障害を与えない）と考えられます。

周囲雑音レベルを検討するに当たっては、本件PLC設備を使用する代表的な環境を三つ、すなわち商業環境、住宅環境及び田園環境を考慮しました。商業環境はいわゆるビジネス街を、住宅環境は住宅地域を、田園環境は農村地域を想定しています。

周囲雑音には電気電子機器などによる人工雑音と雷雑音等による自然雑音が含まれますが、周囲雑音レベルを検討するにあたっては、国際電気通信連合（ITU）の勧告「ITU-R P. 372-8」に記載されている人工雑音の値のみを参照しました。ただし、この値は1970年代の米国の測定結果に基づいているため、平成17年の研究会では、この勧告を参照してPLC許容値を検討することに様々な疑義が出されました。例えば、この勧告における住宅環境は、2000㎡に1軒以上の住宅がある米国の住宅環境を想定しており、我が国の住宅環境とは大いに異なっています。また、この勧告の雑音レベルは1970年頃の測定結果であることから、電気・電子機器が多く存在する現在は、周囲雑音レベルがこの勧告のレベルより相当高くなっていることが予想されます。このような疑問があ

りましたが、他に参照すべき信頼できる資料が無いため、このITU-R勧告の人工雑音レベルを基準としました。

イ 離隔距離

本件技術基準は、あくまでも隣家に影響を及ぼさないためのものです。すなわち、同じ家屋内でPLC設備と無線設備を利用している場合、PLC設備によって無線障害が発生するならば、どちらかの設備の使用を止めれば良いわけです。したがって問題とすべきは、PLC設備が設置された家屋から漏えいする電波によって、隣家の家屋に設置された無線局等に障害を引き起こす場合です。このため、PLC設備を設置した家屋から隣家までの距離（離隔距離）を検討し、その距離だけ漏えい電波が大気中を伝搬することによって生じる電波の減衰を算出しました。

この距離として、田園環境については、CISPR規格で標準的な離隔距離として採用されている30m、商業環境では同じく10mとしました。住宅環境については、CISPR規格で標準とされているのは30mですが、30mでは我が国の住宅状況とは乖離していると考えられることから、商業環境と同様に10mとしました。

なお、この10mという値は、本件技術基準検討当時に客観資料として入手することができた、平成10年住宅・土地統計調査（該当統計表の抜粋が乙97号証。添付資料12）に基づき、我が国で最も住宅事情が厳しいと考えられる「東京都心より10km以内」の1戸当たりの面積が106㎡であることから適当と考えられる値です（乙4号証85ページ・添付資料5の3ページ）。

ウ 家屋等の建材による電波の減衰

電波が大気中を離隔距離だけ伝搬することによって、その強度は減衰しますが、本件PLC設備は屋内に設置されるため、さらに、PLC設備を設置した家屋等の壁面などの建材による減衰を算出する必要があります。

このため、家屋等の構造物による電波の減衰量を計算機シミュレーションによって推定しました（乙4号証67ページ以下。添付資料13。採用値は乙4号証85ページ・添付資料5の3ページ）。なお、実際の家屋等においては、このような建材による減衰に加え、家屋内に設置された什器などによる減衰も存在するため、減衰量はさらに大きくなる可能性があります。

以上で導出した各数値から、屋内の電力線に流れるコモンモード電流を準尖頭値で30dBμA（デシベルマイクロアンペア）、平均値で20dBμAに制限すれば、田園環境及び商業環境の離隔距離において、漏えい電波の強度が一般的な周囲雑音レベル程度以下になると予想されました。このため、これらの数値をPLC設備が技術基準（許容値）を満足するかを確認する試験の際に適用すべきコモンモード電流の許容値としました。なお、得られた許容値は情報技術装置の通信信号に関するCISPR規格の許容値と同じであり、この規

格の許容値の妥当性を確認できました。

さらに、この許容値の妥当性を測定実験によって確認するために、この許容値を満足するP L C設備を作成し、3箇所の住宅に設置して漏えい電波の電界強度を実際に測定しました。その結果、住宅環境において、15MHz～30MHzの周波数については、コモンモード電流を上記の値より10dB μ A低い値、すなわち準尖頭値で20dB μ A、平均値で10dB μ Aに制限すれば、離隔距離において、一般的な周囲雑音レベル程度以下になると予想されることから、これらの値を最終的な許容値として採用しました（乙4号証86ページ・添付資料5の4ページ及び乙4号証20ページ・添付資料14）。

ここで、電磁妨害波の許容値を規定する際に使用する平均値、準尖頭値について説明しておきます。

まず、平均値は、電磁妨害波の電圧・電流あるいは電界強度の瞬時値の時間平均をとったものです。この値は、瞬時値が比較的緩やかに変化する妨害波を評価するには適当ですが、瞬間的に大きな変化で、かつその出現確率が低いパルス状の妨害波の評価には適しません。これに対して尖頭値は、瞬時値の最大値に相当する値で、その値の出現確率には影響されません。一方、準尖頭値は、尖頭値と平均値の中間的な値で、瞬時値の最大値と、その出現確率の両方に依存します。もともと、準尖頭値は、ラジオの受信障害を引き起こす電動ミシンなどの妨害波のレベルを評価するために考えられた値であり、受信障害の程度に対応するので、電磁妨害波のレベル表示に一般的に用いられるものです。

本技術基準では、P L C設備から発生するコモンモード電流を評価するに当たって、この平均値と準尖頭値を測定し、両者がそれぞれの許容値を満たすことを必要条件としています。この考え方は、国際的な規格であるC I S P R規格（乙121号証103ページ・添付資料4）の考え方と同一です。平均値、尖頭値、準尖頭値のそれぞれがどのような値となるのかを模式的に示した図を図3に示します。

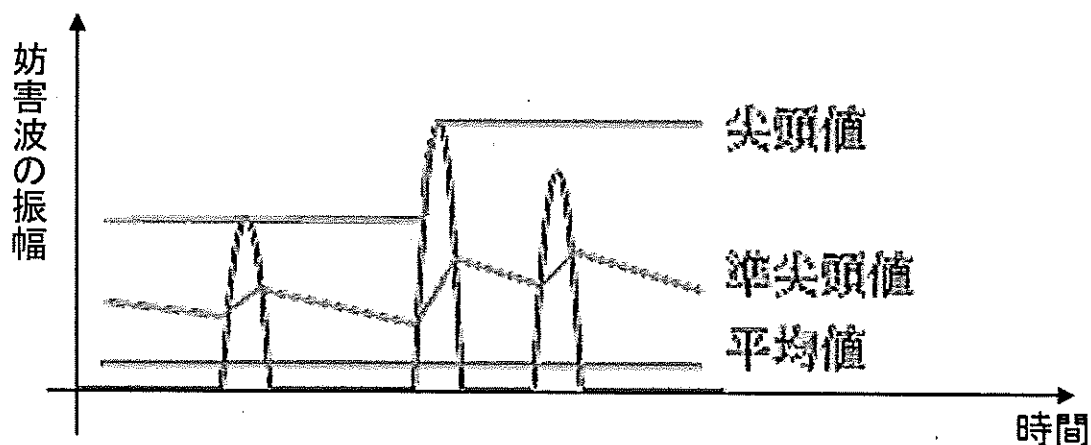


図3 準尖頭値及び平均値

7 次に、P L C設備の試験における妨害波測定法について説明いたします。

本件技術基準で規定するP L C設備の試験において、許容値との適合性を確認するための測定法の基本的な考え方は、以下のとおりです。

(1) 一般の電気・電子機器の妨害波測定法を適用

電気・電子機器から発生する不要な無線周波エネルギー（電磁妨害波）は、機器に接続された信号線や電力線を伝って伝搬する成分（「伝導妨害波」）と、機器から電波として放射される成分（「放射妨害波」）に分けられます。一般に、機器のきょう体の寸法が、電波の波長（光の速度を周波数で割ったもの）よりも十分小さい場合には、この周波数の妨害波のエネルギーは主として伝導妨害波として機器の信号線や電力線を伝搬します。一方、機器のきょう体の寸法が、電波の波長と同程度以上である場合には、妨害波のエネルギーは主としてきょう体から直接放射され、放射妨害波として現れます。

本件P L C設備の寸法は10cm～1m程度であることから、電波の波長がこれよりも十分に長くなる30MHz以下（波長10m以上）においては、P L C設備によって発生する妨害波が、P L C設備から電波として直接放射されることは殆どありません。その代わり、P L C設備に接続されている電力線を伝導妨害波であるコモンモード電流が伝搬します。したがって、P L C設備によって生じる30MHz以下の無線障害は、電力線を流れるコモンモード電流から放射される電波によって発生します。このため本件技術基準では、30MHz以下において、P L C設備によって電力線に発生するコモンモード電流を、後述するインピーダンス安定化回路網を接続して測定します。

なお、これより高い周波数帯においては、P L C設備によって発生する妨害波が電波として直接放射されるため、この電界強度を測定します。

また、上記の測定方法は、C I S P R規格の考え方に沿ったものとなっています。

また、非通信時の伝導妨害波の測定については、国際的に妥当なものと認められているC I S P R規格に従って測定を行うこととしています。

(2) P L C設備の通信速度

通信時のP L C設備によって発生する妨害波は、一般に通信速度と共に妨害波レベルが高くなります。このため、本件技術基準では、P L C設備の試験を最高の通信速度で実施するように規定しています。

(3) インピーダンス安定化回路網

P L C設備は電力線に信号電流を流す情報技術装置の一種ですが、通信時の妨害波測定に関しては既存のC I S P R規格の測定法をそのまま適用することができません。ただし、情報技術装置ではLANケーブルなどに信号を流しているため、この伝導妨害波に関するC I S P R規格の測定法の基本的な考え方を踏襲致しました。具体的には、P L C設備の試験時に屋内電力線の代わりにP L C設備に接続するインピーダンス安定化回路網を、我が国の家屋の電力線の実態に即して作成することによって、妥当な測定ができるように致しました。

(乙4号証87ページ以下・添付資料5の5ページ以下)。すなわち、既に述べてきたように、通信時における30MHz以下のPLCによる漏えい電波は、屋内の電力線を流れる信号電流のコモンモード成分によって発生します。しかし、PLC設備の試験において、このコモンモード電流を実際の家屋で測定することは困難で非現実的ですから、その代わりに屋内の電力線の特徴を模擬したインピーダンス安定化回路網をPLC設備に接続し、電力線に流れるコモンモード電流を測定して許容値以下であることを確認致します。

したがって、このインピーダンス安定化回路網の特性を決める物理量、すなわち「コモンモードインピーダンス」、「ディファレンシャルモードインピーダンス」及び「LCL」の三つについて、我が国の家屋内の電力線の特徴を調査し、これに基づいて以下のようにしてインピーダンス安定化回路網の特性を定めました。

○ コモンモードインピーダンス

インピーダンスとは、線路などに電圧を加えたときに電流の流れ難さを表す物理量です。この場合、コモンモード成分に関するインピーダンスのことで、数字が大きいほど、電力線に流れるコモンモード電流が小さくなります。我が国の家屋内の電力線について多数の測定を行った結果、コモンモードインピーダンスは、周波数、時間、場所によって大きく変動しますが、 240Ω を中央値として数十 Ω ～数千 Ω に広く分布していることが判りました(乙4号証44ページ・添付資料8の5ページ)。このため、CISPR規格における他の伝導妨害波測定法との整合をとり、かつ、受信障害を極力低減する見地から、低いコモンモードインピーダンス(インピーダンスが低いとコモンモード電流が流れやすくなるので、許容値に適合するためには、PLC設備の信号電圧を低くしなければなりません。信号電圧が低くなれば、漏えい電波の強度も弱くなります。)を採用することとして、インピーダンス安定化回路網のコモンモードインピーダンスを 25Ω としました。

○ ディファレンシャルモードインピーダンス

ディファレンシャルモード成分に関する電流の流れ難さを表す物理量です。PLCの場合、PLC設備から送出される信号電圧はディファレンシャルモードですから、ディファレンシャルモードインピーダンスが高いほど、信号電流が流れ難くなります。我が国の家屋の電力線について多数の測定を行った結果、ディファレンシャルモードインピーダンスは、周波数、時間、場所によって大きく変動しますが、 83Ω を中央値として 10Ω ～ 1000Ω に分布していることが判りました(乙4号証44ページ・添付資料8の5ページ)。したがって、実測結果の中央値に近く、かつ、CISPR規格における他の伝導妨害波測定法との整合を考慮して、インピーダンス安定化回路網のディファレンシャルモードインピーダンスを 100Ω としました。

○ LCL

LCLは電力線の平衡状態の程度を表す物理量であり、数字が小さいほど平衡状態が悪いことを、すなわちディファレンシャルモードの信号電流からコモンモードの妨害波電流に変換されやすいことを示しています。一般に、PLC設備から流れ出すコモンモード電流は、接続された電力線や回路のLCLに反比例して変化します（乙4号証47ページ・添付資料8の8ページ）。したがって、家屋内の電力線のLCLは、家屋からの漏えい電波のレベルに直接的に影響する極めて重要な値です。このため、我が国の家屋の電力線について多数の測定を行った結果、LCLの値は、周波数、時間、場所によって大きく変動しますが、36dBを中央値として10dB～70dBまで広く分布していることがわかりました（乙4号証43ページ・添付資料8の4ページ）。

PLC設備の試験において、屋内電力線を模擬するためにPLC設備に接続するインピーダンス安定化回路網のLCLは、当然、実際の屋内電力線のLCLの実態を反映し、かつ無線障害の低減に有効なものでなければなりません。このため、LCL値として、平衡度が極めて悪く、漏えい電波の強度が相当高いと予想される家屋の電力線を模擬することとし、実測結果に基づいて累積確率1%値に相当する16dBを採用しました。すなわち、この値よりLCLが悪いために漏えい電波が強くなる場合が1%で、99%の場合はこのLCLより良いことになります。（乙4号証43ページ・添付資料8の4ページ）。

以上の特性を有するインピーダンス安定化回路網をPLC設備の試験に使用することで、PLC通信時の伝導妨害波についても、CISPR規格の測定方法の考え方に基づいており、かつ我が国の屋内電力線の実態を考慮した測定が可能となりました。また、測定に当たって使用すべき測定器も、CISPR規格の測定器です（乙4号証4ページ「3 測定設備」・添付資料15）。

8 本件技術基準とCISPR規格との関係を説明します。

CISPR規格は、様々な電気・電子機器から発生する電磁妨害波を制限し、これによる無線通信の障害を低減するための国際的な基準であり、例えば情報技術装置に適用する規格は、既に20年以上の運用実績があり、国際的に認知されているものです。そのCISPR規格によれば、情報技術装置の発する周波数30MHzから1000MHzの電波（放射妨害波）は、装置から10m離れた場所で測定して、電界強度が30dB μ V/m（30MHz～230MHz）又は37dB μ V/m（230MHz～1000MHz）以下であればよいとされています。PLCに関する本件技術基準においても、この許容値をそのまま採用しており、許容値および測定法は情報技術装置の妨害波に関するCISPR規格と整合しています。

他方、30MHz以下の場合は、無線障害の原因は、機器から直接放射される電波ではなく、機器に接続された電力線や通信線に流れる伝導妨害波電流（コモンモード電流）が支配的で、これによって当該電力線等から放射される電波によって無線障害が発生します。したがって、CISPRではコモンモード電流等を直接規制すること

としています。PLC設備に関する本件技術基準でも、電力線を通信線路として用いるPLCの特徴を考慮して、実際の電力線特性に合わせてインピーダンス安定化回路網を一部変更してはいるものの（その経緯は前述のとおり）、国際的に広く認められたCISPR規格の許容値と測定法を基本的に採用しており、20年以上の実績があるCISPR規格の考え方に則っています。したがって、本件技術基準は、PLCと既存の無線利用との周波数共用に十分資するものであると考えます。

なお、ここで引用しているCISPR規格とは、測定法については平成9年11月に発行されたCISPR22第3版を、測定に当たって使用すべき機器については平成5年8月に発行されたCISPR16-1第1版、平成9年7月に発行されたCISPR16-1追加修正版1及び平成9年11月に発行されたCISPR22第3版を指しており、その内容は、郵政省電気通信技術審議会答申として公表されています。

既に述べてきたように、本件技術基準は、情報技術装置のCISPR規格の許容値および測定法の考え方を踏襲しており、無線通信の保護に関して極めて有効であると考えらる。

第4 本件技術基準を実験により再確認する場合の問題点について述べます

1 先ず、本件技術基準の策定における基本的な考え方をまとめておきます。

既に説明しましたように、PLC設備は情報技術装置の一種ですが、現在、この情報技術装置の電磁妨害波はCISPR規格の許容値および測定法によって規制されています。この規格は1985年に制定されましたが、それ以来これまで、無線障害の低減に大いに効果を発揮してきました。したがって、本件技術基準の審議では、情報技術装置のCISPR規格に準拠することを基本としましたが、30MHz以下の周波数帯に関するPLC設備の通信時の妨害波許容値および測定法に関しては、その妥当性を念のために理論および測定実験によって確認致しました。

すなわち、平成17年の研究会において、家屋内の電力線特性に関する実態調査と、モデル家屋による漏えい電波の電界強度の推定を行い、情報技術装置の通信信号に関するCISPR規格の許容値をPLC設備に適用することの妥当性を確認しました。

しかし、実際の家屋の電力線配線はモデル家屋と異なり極めて複雑で、電力線に接続されている電気電子機器も様々ですから、多数の配線の相乗・相殺効果や、共振による強い電波の放射などが懸念されました。このため、平成18年のCISPR委員会では、平成17年の研究会の技術基準案を満足するPLC設備を製作し、これを3箇所の住宅に設置して家屋からの漏えい電波を実際に測定しました。その結果、漏えい電波が周囲雑音を顕著に上回っていた15MHz以上の周波数について、許容値を情報技術装置の許容値より10dB低減することに致しました。

2 次に周囲雑音のレベル変動について述べます。

周囲雑音やPLCによる家屋からの漏えい電波のレベルは、測定対象の家屋や、

周波数、時間、場所によって大きく変動します。たとえば、周囲雑音の一部である人工雑音について述べれば、前出の国際電気通信連合（ITU）の勧告「ITU-R P. 372-8」には、住宅環境における人工雑音の1時間以内のレベルは中央値に対して+10 dBから-5 dBも変動し、また場所によっても+6 dBから-6 dB変動したと報告されています。また、この米国の測定は家屋から数10 m離れた場所で行われたと思われませんが、本件技術基準が問題とする距離10 mにおいては、周囲雑音レベルは個々の家屋の構造、周波数、時間、場所によって更に大きく変動することが予想されます。

3 本件技術基準の再確認実験について述べます。

既に述べたように、周囲雑音のレベルは、対象とする家屋の構造、周囲の環境、さらに周波数、時間、および測定場所によって大きく異なります。したがって、少数の家屋にPLC設備を設置して漏えい電波を測定し、周囲雑音との大きさを比較しても、本件技術基準の適否を判断するには不十分だと思います。少なくとも商業地域、住宅地域、田園地域の各地域で、木造、鉄骨造り、鉄筋コンクリート造りなどの建物の構造区分毎に、測定対象建物を実無作為に多数選び、それらの家屋にPLC設備を設置し、様々な時間帯に、様々な測定場所で漏えい電波と周囲雑音レベルの確率分布を測定する必要があります。さらに、測定された確率分布に基づいて、例えば平均値の差に関する検定を行い、2～30 MHzのうちの何%の周波数で、漏えい電波と周囲雑音の分布に有意な差があるかを調べる必要があります。但し、このような膨大な労力、時間および経費を必要とする測定を行っても、次項4で述べる理由により、どの程度無線障害が発生するかの予測は困難です。

4 最後に、PLC設備の漏えい電波による無線障害の発生について述べます

PLC設備に対して技術基準を定めて電磁妨害波を規制する目的は、言うまでもなく、妨害波による無線障害を低減するためです。ところで、無線障害（受信障害）の程度は、到来する信号波の強度と、周囲雑音およびPLC漏えい電波の強度、さらに受信アンテナの特性、設置場所や向きなどに依存します。例えば、無線通信の受信の場合、PLC漏えい電波が周囲雑音より上回っていても、PLC漏えい電波より無線通信の信号波が十分強ければ、重大な障害は発生しません。すなわち、無線障害の発生を問題にする場合は、周囲雑音およびPLC漏えい電波のみならず、その場所における信号波の強度も同時に測定する必要があります。

また、仮に信号波が弱い場合でも、その場所、その時間に、その周波数の無線通信を受信する人が居なければ、無線障害は発生しません。

したがって、周囲雑音およびPLC漏えい電波の強度を測定し比較しても、信号波の強度や受信者に関するデータが無ければ、無線障害の発生を予測することは困難であり、このような測定は余り価値が無いと考えます。

本件技術基準は、これまで述べてきたような様々な問題点を勘案して、情報技術装

置の電磁妨害波による無線障害の低減に極めて実績のあるC I S P R規格に基づいて制定しました。したがって、情報通信の新たなインフラとして基準作りが要望されてきたP L C設備に対する本件技術基準は、無線設備の機能に及ぼす継続的且つ重大な障害を未然に低減するための予防措置として、現時点ではベストと考えています。しかし、完全であるとは思っていませんので、答申の最後に記しましたように、状況に応じて技術基準の見直しが必要と考えます。

以上