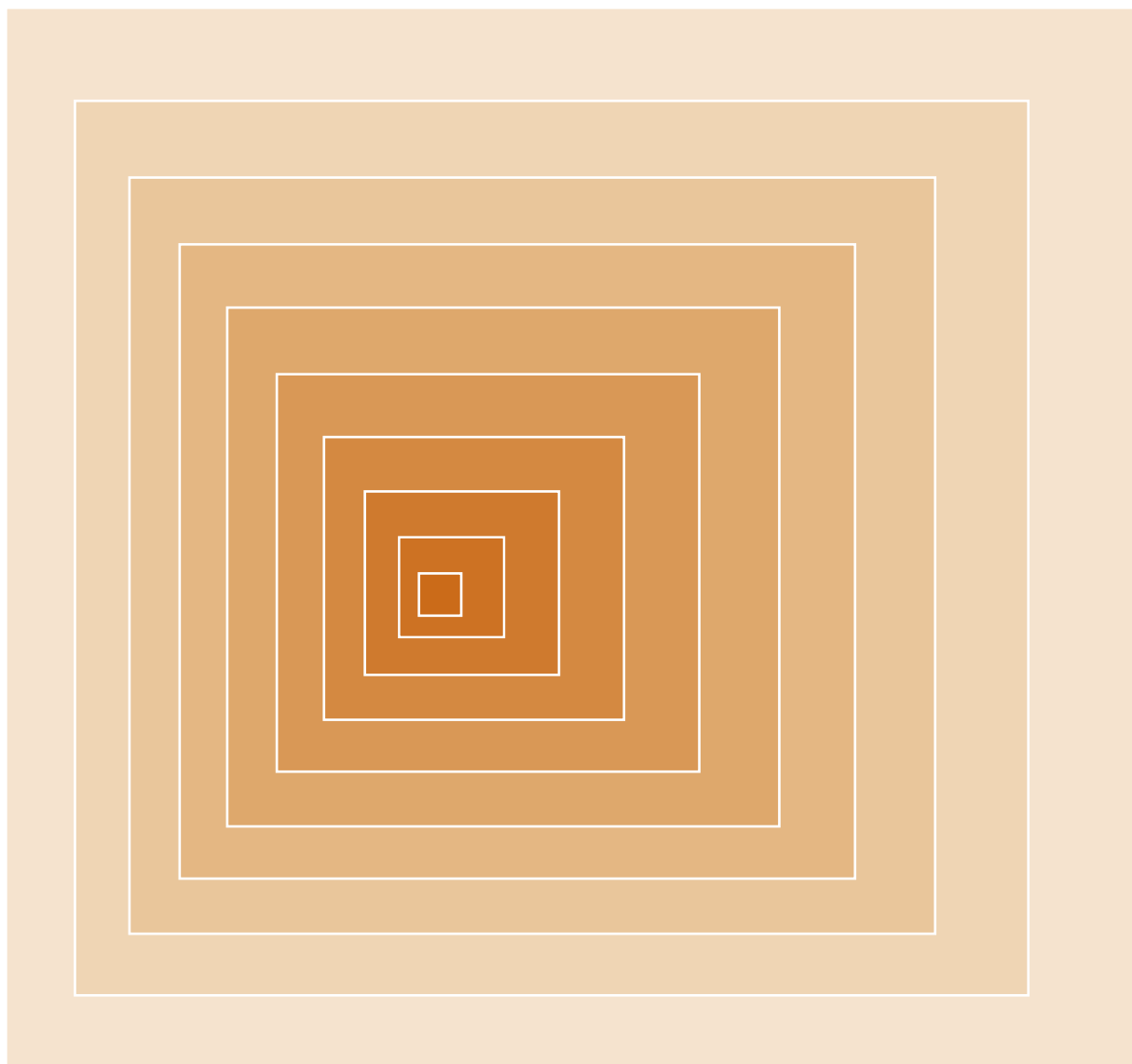


EMCCレポート



著作：電波環境協議会

EMCC レポート第40号 目次

● CISPR25 の概要及び審議動向	3
一般社団法人KEC 関西電子工業振興センター 試験事業部 EMC・安全技術グループ 杉本 久憲	
● 2023年度 妨害波委員会の活動 ローカルワイヤードポート（LED照明器具）の電流プローブによる伝導妨害波に関する 調査・研究報告	12
一般社団法人 日本照明工業会EMC合同小委員会 川股 直樹	
● 2023年度 イミュニティ委員会の活動 「金属板スリット開口と近接イミュニティへの影響に関する調査研究」	21
一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ） 電磁妨害対策委員会 出原 昇	
● 第22回技術講演会を開催	26
● 編集後記	26

CISPR25 の概要及び審議動向

一般社団法人KEC 関西電子工業振興センター
試験事業部 EMC・安全技術グループ

杉本 久憲

1. 自動車部品 EMC 国際規格の体系について

はじめに

近年、自動車の電子化が急速に進展し、自動車 1 台に搭載されている ECU は、大小含めて数多くの ECU は存在する。これら ECU に接続されるワイヤーハーネスは自動車全体に張り巡らされておりハーネスの全長は数 km に及ぶ。

自動車には複数の受信機が搭載されている。(例：ラジオ、TV、GPS、VICS、ETC、キーレス、衝突防止ミリ波レーダなど)

自動車を取巻く過酷な電磁環境により、アンテナやワイヤハーネスを介して外部からの電磁波が侵入し受信機や電子機器に影響を及ぼす可能性がある。



ハーネスの一例

ECU：Engine Control Unit (エンジンコントロールユニット)

GPS：Global Position System

VICS：Vehicle Information and Communication System

ETC：Electronic Toll Collection System

自動車 EMC における国際規格 (車両/部品)

EMI：エミッション (Emission) 測定

不要な電磁波を出さない (他の機器に電磁波妨害を与えない)

車両(Vehicle)	部品(Component)
CISPR12	CISPR 25
CISPR25	ISO 7637-2
CISPR36	

EMS：イミュニティ (Immunity) 試験：

電磁波に性能が影響されない (外部からの電磁波妨害に耐える能力)

車両(Vehicle)	部品(Component)	
ISO11451-1	ISO 11452-1	ISO 11452-10
ISO11451-2	ISO 11452-2	ISO 11452-11
ISO11451-3	ISO 11452-3	ISO 7637-1
ISO11451-4	ISO 11452-4	ISO 7637-2
ISO10605	ISO 11452-5	ISO 7637-3
	ISO 11452-7	ISO TS7637-4
	ISO 11452-8	ISO TR7637-5
	ISO 11452-9	ISO 10605

車両規格 (国際規格)

年号	CISPR	規格番号	ISO 11451
	12	36	Part1 Part2 Part3 Part4 Part5
2000年以前	初版(75)		初版(95)
2001年	5版	2版	初版(94)
2002年	5版	2版	初版(95)
2003年	5版	2版	初版(95)
2004年	5版	2版	初版(95)
2005年	amd1	3版	初版(95)
2006年	6版	3版	初版(95)
2007年	6版	3版	初版(95)
2008年	6版	3版	初版(95)
2009年	6版	3版	初版(95)
2010年	6版	3版	初版(95)
2011年	6版	3版	初版(95)
2012年	6版	3版	初版(95)
2013年	6版	3版	初版(95)
2014年	6版	3版	初版(95)
2015年	6版	3版	初版(95)
2016年	6版	3版	初版(95)
2017年	6版	3版	初版(95)
2018年	6版	3版	初版(95)
2019年	6版	3版	初版(95)
2020年	6版	3版	初版(95)
2021年	6版	3版	初版(95)
2022年	6版	3版	初版(95)
2023年	6版	3版	初版(95)
2024年	6版	3版	初版(95)

CISPR12：車両からの放射エミッション
周波数範囲：30-1000MHz
→現在の段階：第7版に向けてCDVが承認 FDISへ

CISPR36：車両からの磁界エミッション
周波数範囲：0.15-30MHz
→現在の段階：IS

ISO11451-1：車両イミュニティの共通事項
→現在の段階：2ndDIS承認 FDISへ

ISO11451-2：車両イミュニティ試験 (アンテナ法、TLS法)
試験周波数：20-2000MHz
→現在の段階：FDIS

ISO11451-3：車両イミュニティ試験(無線アンテナ法)
試験周波数：28-2000MHz
→現在の段階：IS

ISO11451-4：車両イミュニティ試験(BCI法)
→現在の段階：IS

ISO11451-5：リプレーションチャンバー
→現在の段階：IS

💡：現在審議中の規格

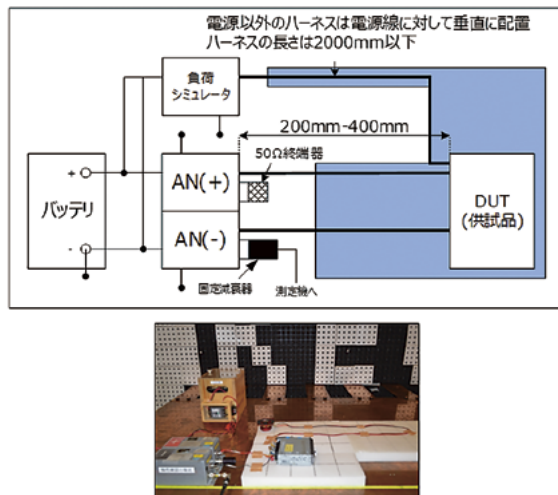
車載部品規格 (国際規格)

年号	CISPR	規格番号	ISO 11452	ISO 7637	ISO 10605
	25	Part 1 Part 2 Part 3 Part 4 Part 5 Part 7 Part 8 Part 9 Part 10 Part 11	Part 1 Part 2 Part 3 Part 4 Part 5 Part 7 Part 8 Part 9 Part 10 Part 11	Part 1 Part 2 Part 3 Part 4 TS TR	
2000年以前	初版(1995)				
2001年	2版	2版	2版	2版	初版
2002年	2版	2版	2版	2版	初版
2003年	2版	2版	2版	2版	初版
2004年	2版	2版	2版	2版	初版
2005年	Cor1	3版	3版	2版	初版
2006年	3版	3版	3版	2版	初版
2007年	3版	3版	3版	2版	初版
2008年	3版	3版	3版	2版	初版
2009年	3版	3版	3版	2版	初版
2010年	3版	3版	3版	2版	初版
2011年	3版	3版	3版	2版	初版
2012年	3版	3版	3版	2版	初版
2013年	3版	3版	3版	2版	初版
2014年	3版	3版	3版	2版	初版
2015年	3版	3版	3版	2版	初版
2016年	3版	3版	3版	2版	初版
2017年	3版	3版	3版	2版	初版
2018年	3版	3版	3版	2版	初版
2019年	3版	3版	3版	2版	初版
2020年	3版	3版	3版	2版	初版
2021年	3版	3版	3版	2版	初版
2022年	3版	3版	3版	2版	初版
2023年	3版	3版	3版	2版	初版
2024年	3版	3版	3版	2版	初版

- ・電流プローブ法でも一部 1 MHz 帯域幅がある

Service/Band	PK	QP	AV
	RBW		
Analogue broadcast service			
LW/MW/SW	9kHz	9kHz	9kHz
FM/TV	120kHz	120kHz	120kHz
Digital broadcast service			
DAB(L Band含む)	1MHz	-	1MHz
DTTV			
SDARS			
Mobile service			
CB	9kHz	9kHz	9kHz
VHF	120kHz	120kHz	120kHz
Analogue UHF			
RKE/TPMS		-	
GPS/BDS/GLONASS	-	-	9
WiFi	1MHz	-	1MHz
V2X			
Digital mobile phone service			
2G	120kHz	-	120kHz
3G/4G/5G	1MHz	-	1MHz

伝導エミッション（電圧法）



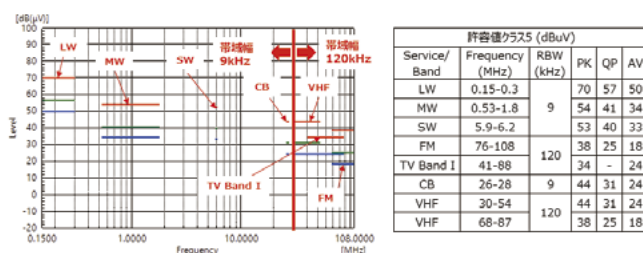
- ・イグニッションコイルやオルタネータなど固有製品のセットアップ図もある
- ・測定は+ライン/-ライン個々に測定

AN : Artificial Network（またはLISNと表記する場合もある）
DUT : Device Under Test（試験品や供試品またはESAなど表記する場合もある）

伝導エミッション（電圧法 許容値）

試験周波数：0.15-108MHz

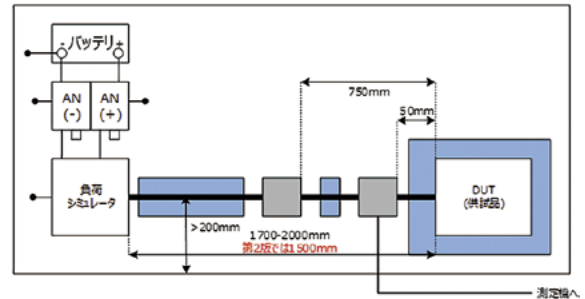
許容値はClass 1 ～ Class 5 の 5 段階



Class5の許容値例

伝導エミッション（電流法）

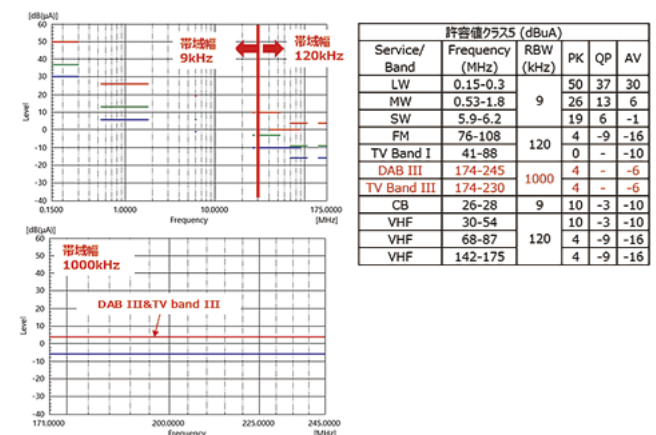
- ・測定位置は供試品から50mm及び750mm
- ・ハーネスは基本一括で測定（ただしテストプランにより 1 本毎に測定する場合もある）



伝導エミッション（電流法 許容値）

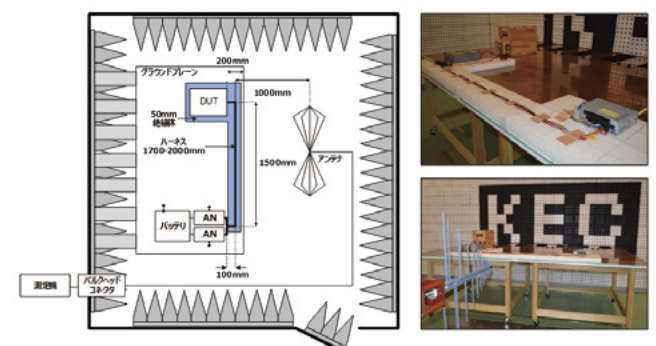
試験周波数：0.15-245MHz

許容値はClass 1 ～ Class 5 の 5 段階



放射エミッション（アンテナ法）

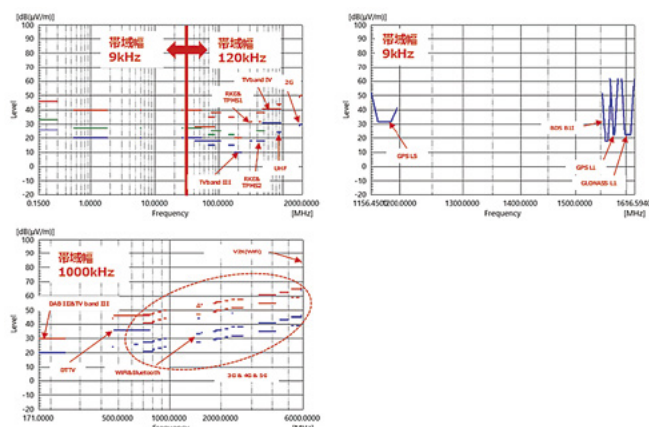
1 GHz 以上の測定はホーンアンテナを供試品正面に移動



許容値はClass 1 ~ Class 5 の 5 段階

Service/ Band	Frequency (MHz)	RBW (kHz)	PK	QP	AV
Digital Mobile Phone					
	460-467.5	1000	44	-	24
4GSA5G	461-465.2		46	-	26
4GSA5G	703-803		47	-	27
3G	703-803		41	-	21
5G	791-821		48	-	28
5G	791-821		42	-	22
4GSA5G	852-858		39	-	19
3G	852-894		43	-	23
2G	852-894		43	-	23
4GSA5G	925-960		50	-	30
4G	925-960	1000	44	-	24
2G	925-960		44	-	24
4GSA5G	1422-1518		53	-	33
3G	1422-1518		53	-	33
4G	1522-1559		54	-	34
4GSA5G	1805-1880		55	-	35
3G	1805-1880		29	-	29
2G	1805-1880		49	-	29
4GSA5G	1950-2025		56	-	36
3G	1950-2025		50	-	30
2G	1950-2025	1000	50	-	30
4GSA5G	2110-2200		57	-	37
3G	2110-2200		51	-	31
4GSA5G	2300-2400		58	-	38
3G	2300-2400		52	-	32
4GSA5G	2483.5-2495		58	-	38
4GSA5G	2600-2690		59	-	39
3G	2300-2400		52	-	32
4GSA5G	3406-4260		61	-	41
3G	3406-4260		53	-	33
5G	4400-5000	65	63	-	43
4G	5150-5925		65	-	45
4GSA5G	5945-6000		65	-	45

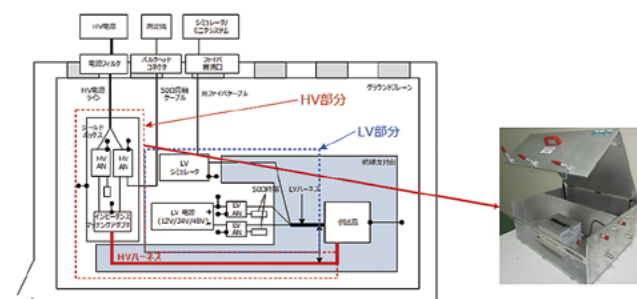
許容値はClass 1 ~ Class 5 の 5 段階



シールドボックス

通常HVハーネスはシールド形状が一般的となる。そのため、ANとの接続の際にはシールド（外皮）を剥がした場合、その部分から外部への電波漏洩を防ぐため、HVハーネスのシールド部分をシールドボックスに接続することで、シールド状態が担保できるため、シールドボックスを用いる。

同様に電流法、アンテナ法も実施。

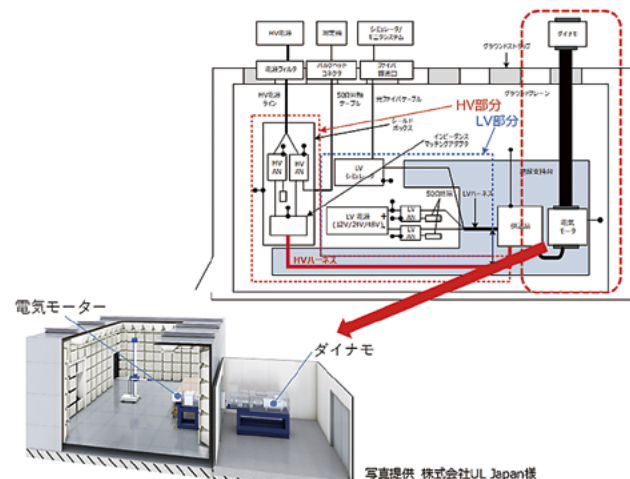


＜電圧法セットアップの場合＞

CISPR25 第 4 版より規定

各ISO規格には電気モータを備えた供試品に対する要求が追加される見込み

ISO11452-2、4 及び 9 にはすでに反映済

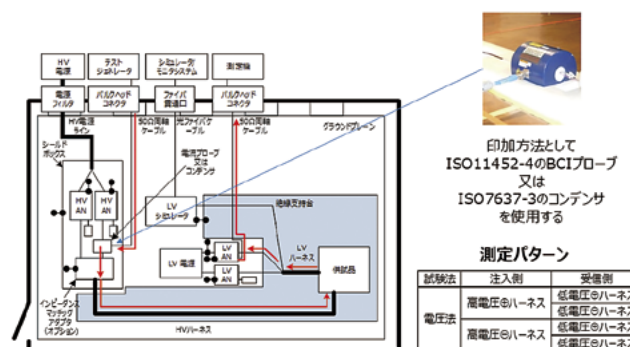


インピーダンスマッチングアダプタ：

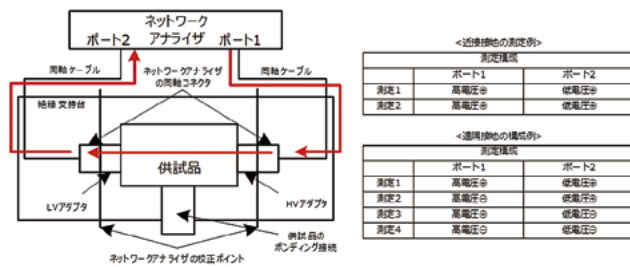
供試品の動作に必要な負荷のこと指す
HV-AN：高電圧線に使用する AN

＜電圧法セットアップの場合＞

同様に電流法、アンテナ法も実施



- ・前頁で説明したカップリング測定とは異なり、供試品単体のカップリング値を測定する手法となる。



＜近接接点の測定例＞			
測定位置		ポート1	ポート2
測定1	高電圧側	感電圧側	感電圧側
測定2	高電圧側	感電圧側	感電圧側

＜遠隔接点の測定例＞			
測定位置		ポート1	ポート2
測定1	高電圧側	感電圧側	感電圧側
測定2	高電圧側	感電圧側	感電圧側
測定3	高電圧側	感電圧側	感電圧側
測定4	高電圧側	感電圧側	感電圧側

5版の改訂内容：AnnexJ ～ M 不確かさの算出

附属書J～Mに不確かさの要素例およびバジェットが記載されているが、不確かさ要素は測定器の記述しかなく、繰り返し性に関する要素の記述はない。

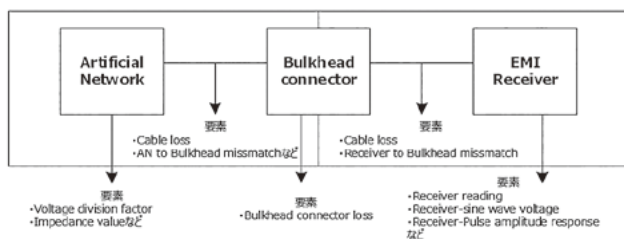
5版ではInformativeとして記載。

各試験毎に詳細に記載されている。

附属書Jと附属書Kは車両

附属書Lと附属書Mは部品

＜不確かさ算出要素例：電圧法の場合＞



CISPR25 における暗室検証方法

グラウンドプレーンを含む暗室検証方法が規定された。(Annex I informative)

検証方法として二つの方法を規定

- Reference measurement method (リファレンス法)

オープンサイトと比較を行う方法

→ 5版に変更

- Modeled long wire antenna method (ロングワイヤ法)

指定の治具を使用し、理論値と比較を行う方法

- 適合要件

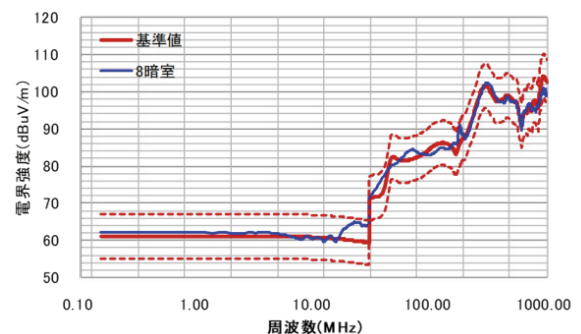
ロッドアンテナ：0.15 - 29.95MHz 150pt

バイコニカルアンテナ：30 - 199Hz 170pt

LPDA アンテナ：200 - 1000MHz 161pt

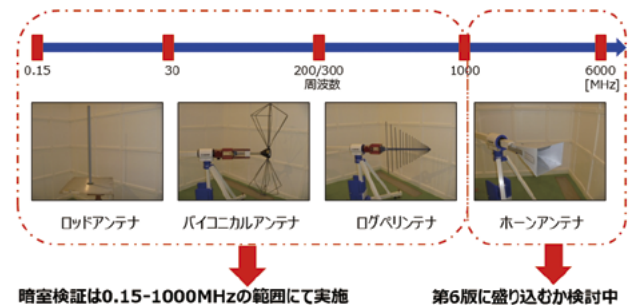
→ 合計：481pt

水平・垂直偏波の最大レベルにて周波数ポイントの90% (433pt) 以上が、基準値対して ± 6 dB以下であることを確認する。



CISPR25で使用する受信アンテナ

CISPR25では0.15 - 6000MHzの周波数にて測定を実施。



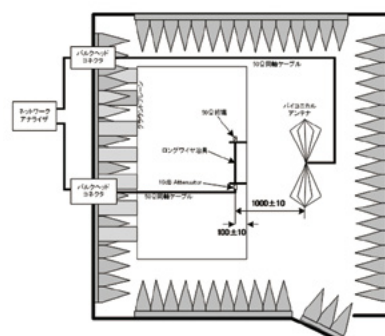
暗室検証は0.15-1000MHzの範囲にて実施

第6版に盛り込むか検討中

ロングワイヤ法

CISPR25 Annex I に寸法が規定。

長さ500mmの水平アンテナから放射された電界強度をMoM（モーメント法）で計算し、計算値と実測値を比較する方法。

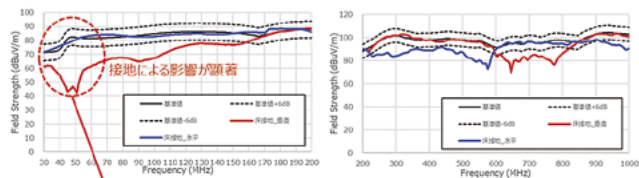


暗室検証方法の落とし穴

水平・垂直偏波の最大レベルにて評価するため、200MHz以下では水平偏波の結果が優先される。

このため、過去より問題視されていた30 - 200MHz

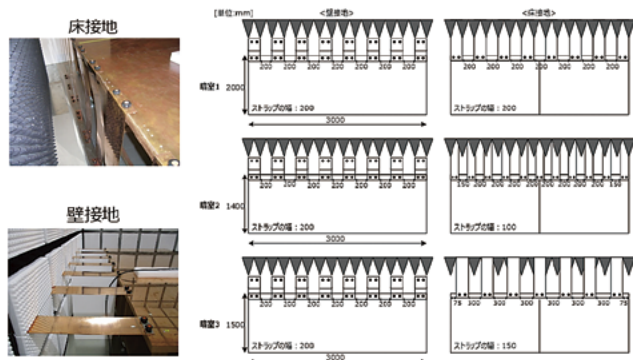
(垂直偏波) 影響が確認できなくなる。



次項で、30-200MHz (垂直偏波) の影響を報告します

検討に使用したグラウンドプレーンの情報

CISPR25では2種類の接地方法が主流。



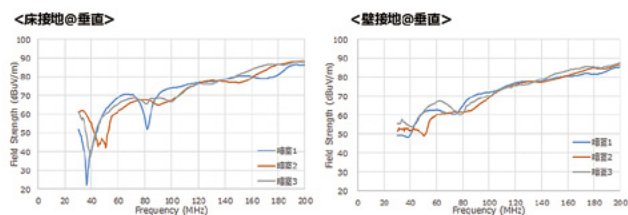
接地方法による影響

床接地の場合：急峻な落ちこみが発生する。

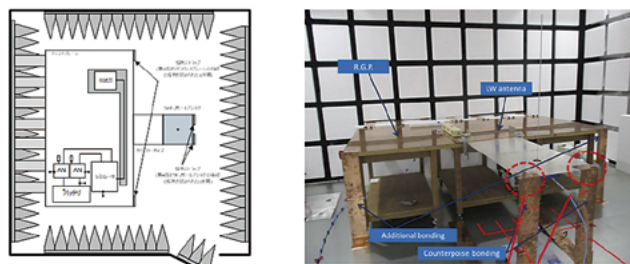
壁接地の場合：床接地に比べ急峻な落ちこみが少ない。

上記の特性より KECでは壁接地にしている。

30 - 200MHz (水平)、200 - 1000MHz (水平・垂直) は接地影響は少ない。



暗室検証方法 追加要求



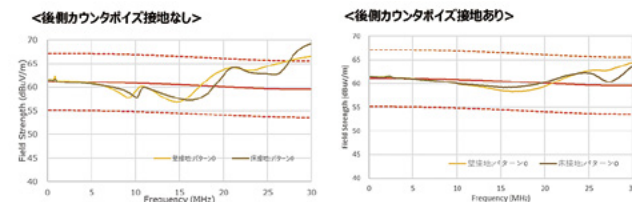
✓要求を満たさない場合

- GPサイズの見直し
- 床面への電波吸収体の追加(設置範囲などの規定なし)
- ロッドアンテナのカウンタポイズの試験台とは反対側の接地

実際の測定でも、同様の状態で測定を実施

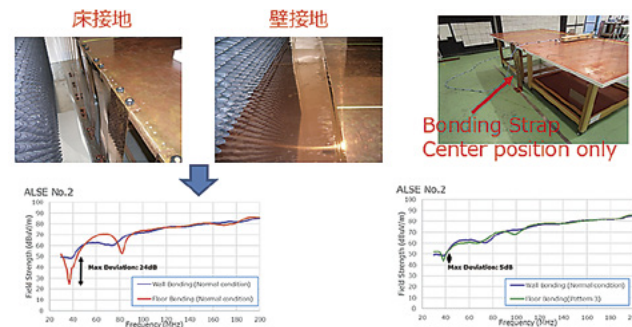
接地方法による影響

カウンタポイズ後側の接地を追加することで理論値に合致しやすい。



グラウンドプレーンと ALSE の接地方法による差

CISPR25ではグラウンドプレーンと ALSEの接地方法が明確ではなく、ALSEの壁面又は床面のどちらかで接地することになる。その為、接地方法が異なることで結果が大きく異なる。日本からも接地方法による差をなくす提案を行った事例を説明する。(手法はロングワイヤ法にて実施)



床接地の場合は、接地ストラップを中央のみにすることで、壁接地と床接地の差が軽減する結果となった。

しかしながら現段階ではCISPR25には採用されていないが、引き続き提案を続けていく予定。

現在は1GHz以上の検証方法が検討されている。

3. CISPR25の審議動向

規格審議期間について

2024年10月7日～10月16日の期間で国際会議が開催 (ハンガリー プタペスト)

NP(New Work Item Proposal)：新業務項目提案

WD(Working Draft)：作業原案
→CISPR25はAmd1 WD

CD (Committee Draft)：委員会原案

CDV(Committee Draft for Vote)：投票用原案又は
DIS(Draft International Standard)：規格原案

FDIS(Final Draft International Standard)：最終国際規格案

IS (International Standard)：国際規格

アmendメント及び第6版に向けて

CISPR25の安定期間は2026年から2025年に修正。
現在はAmd 1 及び次版に向けての課題整理を実施中。
文章番号：N463rev 1

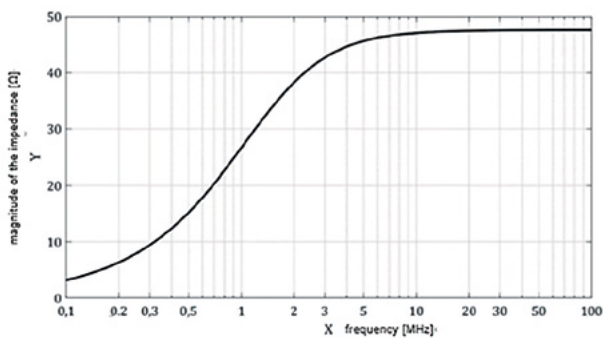
・ALSE法 Class 4 の限度値修正

ALSE method – Digital mobile phone

Service / Band	Frequency MHz	Limit of disturbance in dB (µV/m)										REW					
		Class 5		Class 4		Class 3		Class 2		Class 1							
		Peak	QuasiPeak	Average	Peak	QuasiPeak	Average	Peak	QuasiPeak	Average	Peak		QuasiPeak	Average			
Digital mobile phone services * 4																	
4G	460 to 467.5	44	-	24	50	-	30	56	-	36	62	-	42	68	-	48	1 MHz
5G n71 (617 MHz to 652 MHz)	617 to 652	46	-	26	52	-	32	58	-	38	64	-	44	70	-	50	1 MHz
5G n12 (729 MHz to 746 MHz) 5G n14 (758 MHz to 768 MHz) 5G n29 (717 MHz to 728 MHz) 4G (703 MHz to 803 MHz)	703 to 803	47	-	27	53	-	33	59	-	39	65	-	45	71	-	51	1 MHz
3G (729 MHz to 756 MHz) 3G (758 MHz to 768 MHz)		41*	-	21*	53*	-	27*	53*	-	33*	59*	-	39*	65*	-	45*	

→47dBuV/mに変更

・AN/HV-AN/DC-Charging AN周波数特性拡張
(100MHz→108MHz)



アmendメント対応

文章番号：N463rev 1

ストリップラインの限度値修正案

Service / Band	Frequency MHz	Limits in (µV/m)										Notes
		Class 5		Class 4		Class 3		Class 2		Class 1		
		Peak dBµV/m	Average dBµV/m	Peak dBµV/m	Average dBµV/m	Peak dBµV/m	Average dBµV/m	Peak dBµV/m	Average dBµV/m	Peak dBµV/m	Average dBµV/m	
Analogue broadcast services												
LW	0.15 to 0.3	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
MW	0.3 to 1.8	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
SW	5.9 to 16.1	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
FM	87.5 to 108	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
TV Band I	41 to 88	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
TV Band II	174 to 230	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
TV Band III	470 to 790	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
TV Band IV	790 to 862	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
TV Band V	862 to 958	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
TV Band VI	958 to 1000	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
Digital broadcast services												
DAB III	167 to 245	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
TV Band III	174 to 230	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
DTT	470 to 790	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
DAB L Band	1447 to 1494	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
SDARS	2320 to 2345	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
Mobile services and digital mobile phone services 1												
CB	26 to 28	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
VHF	30 to 54	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
VHF	68 to 87	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
VHF	142 to 175	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	380 to 512	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	512 to 594	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	594 to 676	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	676 to 758	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	758 to 840	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	840 to 922	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	922 to 1000	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	1000 to 1080	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1080 to 1162	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1162 to 1244	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1244 to 1326	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1326 to 1408	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	1408 to 1490	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1490 to 1572	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1572 to 1654	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1654 to 1736	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1736 to 1818	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	1818 to 1900	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1900 to 1982	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	1982 to 2064	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2064 to 2146	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2146 to 2228	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	2228 to 2310	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2310 to 2392	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2392 to 2474	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2474 to 2556	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2556 to 2638	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	2638 to 2720	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2720 to 2802	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2802 to 2884	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2884 to 2966	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	2966 to 3048	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	3048 to 3130	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3130 to 3212	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3212 to 3294	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3294 to 3376	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3376 to 3458	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	3458 to 3540	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3540 to 3622	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3622 to 3704	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3704 to 3786	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3786 to 3868	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	3868 to 3950	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	3950 to 4032	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4032 to 4114	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4114 to 4196	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4196 to 4278	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	4278 to 4360	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4360 to 4442	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4442 to 4524	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4524 to 4606	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4606 to 4688	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	4688 to 4770	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4770 to 4852	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4852 to 4934	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	4934 to 5016	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5016 to 5098	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	5098 to 5180	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5180 to 5262	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5262 to 5344	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5344 to 5426	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5426 to 5508	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	5508 to 5590	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5590 to 5672	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5672 to 5754	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5754 to 5836	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	5836 to 5918	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	5918 to 6000	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6000 to 6082	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6082 to 6164	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6164 to 6246	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6246 to 6328	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	6328 to 6410	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6410 to 6492	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6492 to 6574	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6574 to 6656	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6656 to 6738	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	6738 to 6820	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6820 to 6902	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6902 to 6984	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	6984 to 7066	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7066 to 7148	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	7148 to 7230	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7230 to 7312	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7312 to 7394	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7394 to 7476	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7476 to 7558	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	7558 to 7640	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7640 to 7722	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7722 to 7804	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7804 to 7886	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	7886 to 7968	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	7968 to 8050	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8050 to 8132	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8132 to 8214	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8214 to 8296	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8296 to 8378	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	8378 to 8460	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8460 to 8542	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8542 to 8624	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8624 to 8706	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8706 to 8788	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	1 MHz
UHF	8788 to 8870	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8870 to 8952	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78	-77	
UHF	8952 to 9034	47	-24	53	-37	63	-57	68	-67	78		

文章番号：N476_CISPR25_Scanning-receiver-
parameters

最大周波数ステップの変更（帯域幅の1/2以下の周波数ステップ）

<第5版>

- 26 -

CISPR 25:2021 © IEC 2021

Table 2 – Scanning receiver parameters

Service / Band	Frequency range MHz	Peak detection			Quasi-peak detection			Average detection		
		RBW at -6 dB	Max step size	Min meas- ure- ment time	RBW at -6 dB	Max step size	Min meas- ure- ment time	RBW at -6 dB	Max step size	Min meas- ure- ment time
Analogue broadcast services										
LW	0,15 to 0,30	9 kHz	5 kHz	50 ms	9 kHz	5 kHz	1 s	9 kHz	5 kHz	50 ms
MW	0,53 to 1,8									
SW	5,9 to 6,2									
FM	76 to 108	120 kHz	50 kHz	5 ms	120 kHz	50 kHz	1 s	120 kHz	50 kHz	5 ms
TV Band I	41 to 88									
TV Band III	174 to 230									
TV Band IV	470 to 944									
Digital broadcast services										
DAB III	167 to 245	1 MHz	500 kHz	50 ms	Does not apply	1 MHz	500 kHz	50 ms		
TV Band III	174 to 230									
DTTV	470 to 770									
DAB L Band	1 447 to 1 494									
SDARS	2 320 to 2 345									

<第5版 Amd1案>

Service / Band	Frequency range MHz	Peak detection			Quasi-peak detection			Average detection		
		RBW at -6 dB	Max step size	Min measurement time	RBW at -6 dB	Max step size	Min measurement time	RBW at -6 dB	Max step size	Min measurement time
Analogue broadcast services										
LW	0.15 to 0.30	9 kHz	4.5 kHz	50 ms	9 kHz	4.5 kHz	1 s	9 kHz	4.5 kHz	50 ms
MW	0.53 to 1.8									
SW	5.9 to 6.2									
FM	76 to 108	120 kHz	60 kHz	5 ms	120 kHz	60 kHz	1 s	120 kHz	60 kHz	5 ms
TV Band I	41 to 88									
TV Band III	174 to 230									
TV Band IV	470 to 944									
Digital broadcast services										
DAB III	167 to 245	1 MHz	500 kHz	50 ms	Does not apply	1 MHz	500 kHz	50 ms	50 ms	50 ms
TV Band III	174 to 230									
DTTV	470 to 770									
DAB L Band	1 447 to 1 494									
SDARS	2 320 to 2 345									
Mobile services										
CB	26 to 28	9 kHz	4.5 kHz	50 ms	9 kHz	4.5 kHz	1 s	9 kHz	4.5 kHz	50 ms
VHF	30 to 54									
VHF	68 to 87									
VHF	142 to 175	120 kHz	60 kHz	5 ms	120 kHz	60 kHz	1 s	120 kHz	60 kHz	5 ms
Analogue UHF	380 to 512									
RKE & TPMS 1	300 to 330									
RKE & TPMS 2	420 to 450									
Analogue UHF	820 to 960									
					Does not apply					
					120 kHz 60 kHz 1 s					

文章番号：N470_JP_proposal_to_amend_Table_7
and_Table_9

第5版改定時に日本よりコメントを提出していたが、
先送りとなったため、今回の会議で再提案を実施

<電流法>

CISPR 25:2021

Table 7 – Examples of limits for conducted disturbances – Current probe method.

Table 4 – Examples of limits for conducted disturbances – Current probe method.

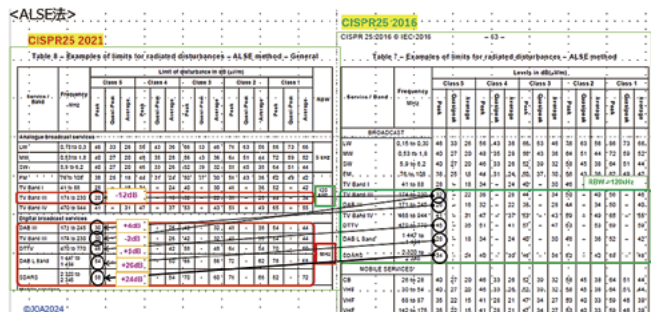
CISPR 25:2016

Table 4 – Examples of limits for conducted disturbances – Current probe method.

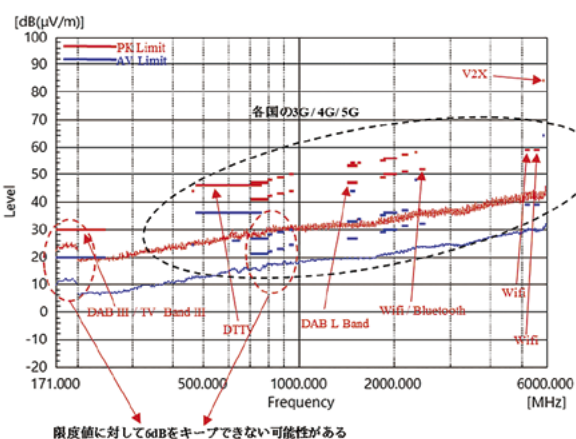
文章番号：N470_JP_proposal_to_amend_Table_7_and_Table_9

第5版改定時に日本よりコメントしていたが、将来作業になった。

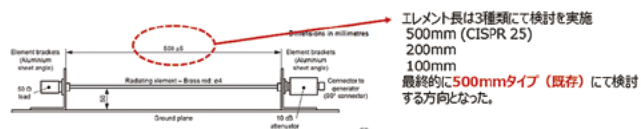
今回の会議で再提案を実施



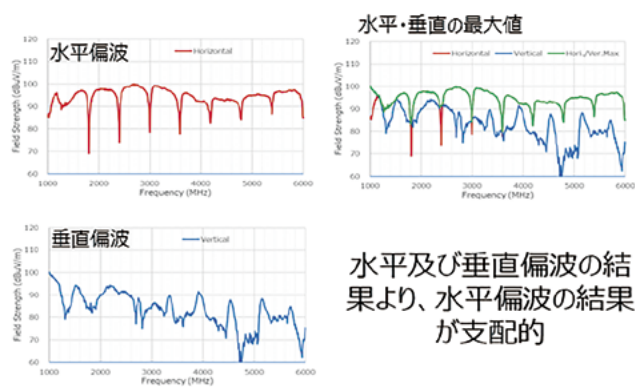
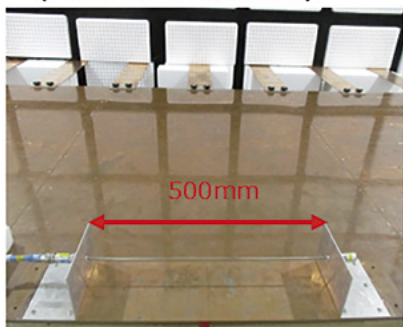
放射エミッションに於いて、3G/4G/5Gなどの背景もあり、上限周波数が6GHzまで拡張される



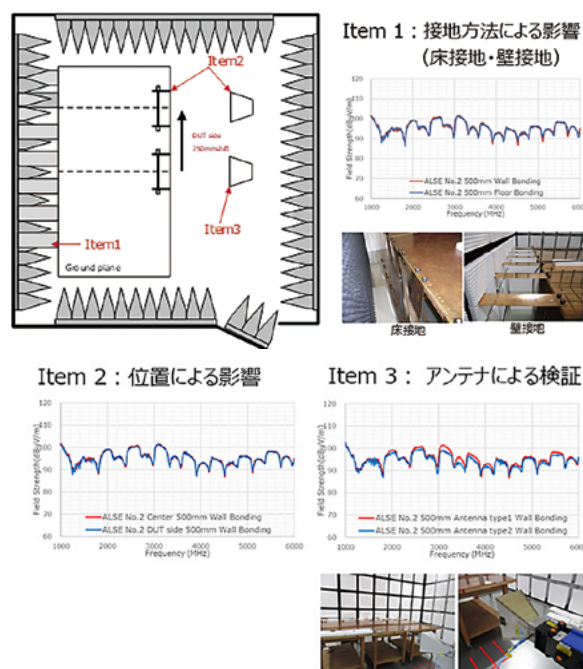
文章番号：N446_A_study_of_CISPR_25_chamber_validation_method_from_1GHz_to_6GHz (2023年の国際会議にて提案)



エレメント長：500mm
(CISPR25 standard)

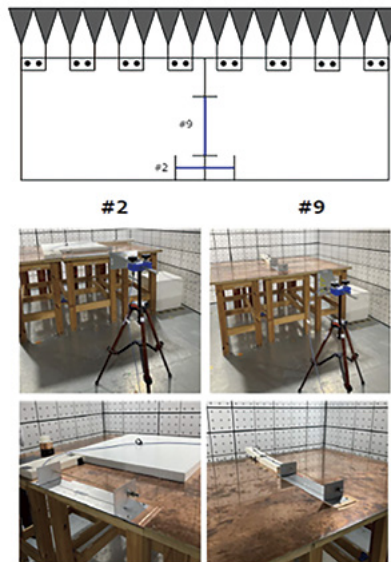


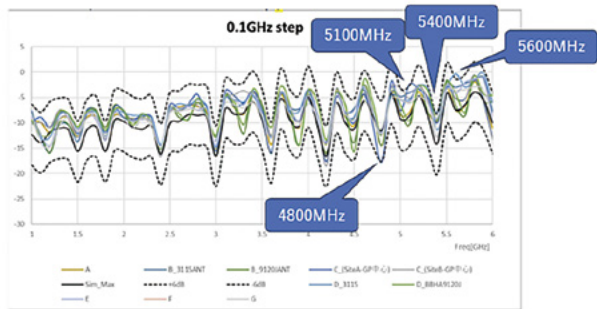
文章番号：N446_A_study_of_CISPR_25_chamber_validation_method_from_1GHz_to_6GHz (2023年の国際会議にて提案)



文章番号：N467_cisprchambervstf

暗室検証適合率向上を目的に試験ポイントを追加し、国内でラウンドロビンを実施。



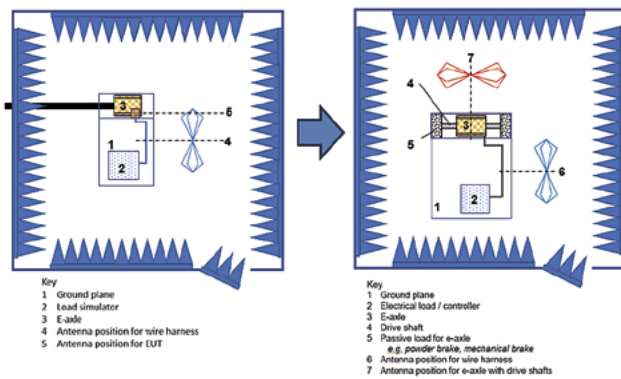


5 GHz 付近でのバラツキは今後の検討。

日本よりテストプランを用意し、各国でデータ取得する方向となった。

文章番号：N471_A_consideration_of_e-axle_measurement_setup-JP

e-axle に対してのセットアップ。



- ・ドライブシャフト側からのノイズを測定する必要がある。

2023年度 妨害波委員会の活動

ローカルワイヤードポート(LED照明器具)の
電流プローブによる伝導妨害波に関する調査・
研究報告一般社団法人 日本照明工業会 EMC 合同小委員会
川股 直樹

1. はじめに

CISPR15において、2022年7月にローカルワイヤードポートに対する電流プローブ測定法の改正提案(CIS/F/823/DC)があった。

提案概要としては、ディファレンシャルモード電流の大きいローカルワイヤードポートに対し、電流プローブにて伝導妨害波測定を実施すると測定誤差が大きくなることが発見されたため、以下の改正を行う内容であった。

- ◆異なる通線状態で複数回妨害波を測定し、測定値のばらつきを観測する。
- ◆測定値のばらつきが電流プローブ測定の不確かさ： $U_{cispr} = 2.9\text{dB}$ を超える場合、次の処置を行う。
 - (1) 2本の電線を、電流プローブ通線部の中心に配置する。
 - (2) 電流プローブを通線する電線を、最低30cmの長さにツイスト(2T/cm)したものに変更する。
 これに対し、日本照明工業会として、以下の課題があると判断した。
 - ・複数回測定後に、ばらつきが大きい場合はツイスト線に交換して測定することは煩雑である。
 - ・電線を交換することは、通常使用される状態と異なった妨害波発生条件となる可能性がある。

これより、日本側で直流点灯方式のLED電源において検討を行い、電流プローブの中心に通線すれば、ばらつきが少なくなるという結果が得られたため、2022年11月開催のサンフランシスコ会議において改正

提案に反対の意見を説明し、改正第1版のタイミングでの試験方法の改正は取り下げられた。しかし、LED点灯方式や負荷線の形態にも複数種類があるため、それらも含めた追加検討を行ったのち、電流プローブ測定法の改正が必要かを判断することで合意され、日本側でも継続して検討をすることになり、今回の調査研究を実施することになった。

2. 検討方法

(1) 伝導妨害波測定 (CP法)

PWM出力されるLED電源装置サンプルにおいて、伝導妨害波測定(CP法)を用いて以下条件のもと実際にばらつきが大きくなるかを比較検討する。

- ・電流プローブの通線位置が変更になった場合
- ・電流プローブの開口径が違う場合
- ・負荷ケーブルが平行配線およびツイスト線の場合

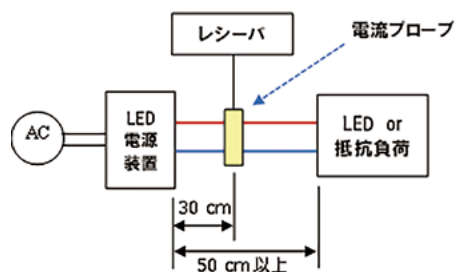


図1 測定配置図

(2) 放射妨害波測定

伝導妨害波測定(CP法)は電流プローブと磁界の発生源である電線との距離が近い場合、1m程度離れたところから60cmループアンテナを用いて放射妨害

波を測定し、片線配線及び平行配線時の影響を参考で確認する。

- ・LED電線の片線を基準大地面に配線させた場合（図2-1）
- ・LED電線を平行に配線させた場合（図2-2）

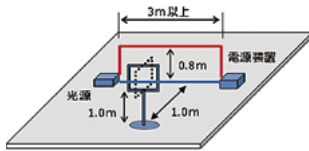


図2-1（片線配線）

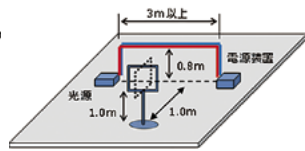


図2-2（平行配線）

3. 検討結果

(1) 伝導妨害波測定（CP法）

- ◆電流プローブの通線位置により大きなばらつきが発生した。中心に通線させた状態においてもばらつきが観測できた。
 - ◆異なる電流プローブにおいて、ばらつきのレベルに差が発生する。
 - ◆ばらつきはLED電流が大きい場合に発生し、LED電流の大きさに比例してノイズレベルが変化する結果が得られた。
 - ◆ツイスト線を用いると、ばらつきが低減される。
- 今回の実験におけるばらつきの原因は、PWM出力のLED電源装置において、電流プローブに通線された電線の並びとプローブのギャップの角度によって発生していることがわかった。

(2) 放射妨害波測定

- ◆片線配線において、LED電源によってはディファレンシャルモードノイズが観測できた。
 - ◆平行配線にすると、ディファレンシャルモードノイズがキャンセルされることが観測できた。
 - ◆サンプル品によっては、ディファレンシャルモードノイズが観測できない場合もあった。
- ループアンテナを用いた放射妨害波測定に際して、配線に対し面方向になるようアンテナをX軸方向に設置した場合、片線配線時は磁界を観測することができ、2本束ねた平行配線においては、磁界がキャンセルされることが確認できた。これらは、伝導妨害波測定

（CP法）の傾向と一致するため、電流プローブを用いた妨害波測定法は、ある程度の妥当性を検証できたと考える。

4. 測定条件及びサンプル一覧

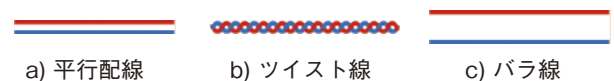
測定条件及びLED電源装置等のサンプルを以下に示す。

(1) 試験場所

（一財）電気安全環境研究所（JET） 関西事業所
シールドルーム…伝導妨害波測定（CP法）
電波暗室……………放射妨害波測定（ループアンテナ）

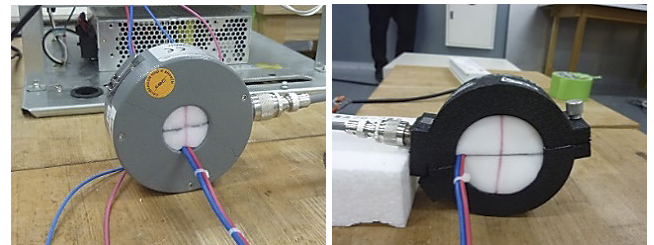
(2) 負荷ケーブル

以下のケーブル（KIV 1.25mm²）を使用する。



(3) 電流プローブ

伝導妨害波測定において、以下2種類の電流プローブを使用する。

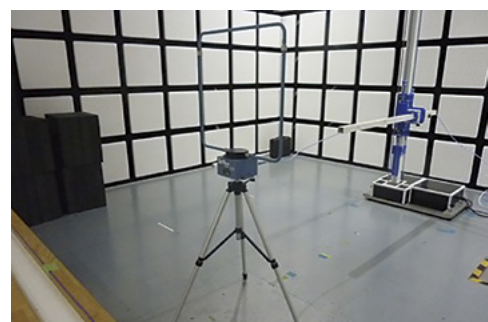


① F-51 (FCC)
[開口径：3 cm]

② 5133C (GENISCO)
[開口径：6.7 cm]

(4) ループアンテナ

放射妨害波測定において、以下のループアンテナを使用する。



KBA-2402（協立電子工業）[周波数範囲：9kHz～30MHz]

(5) 通線位置

電流プローブの通線位置パターンを表4-1に示す。

(6) サンプル

LED電源装置6種類及び調光器を用いて測定した。
サンプル一覧を表4-2に示す。

5. 伝導妨害波測定（CP法）の検討内容

(1) ディファレンシャルモードのキャンセル確認

サンプルAにおいて負荷ケーブルのバラ線で測定したディファレンシャルモードノイズが、平行配線にした時キャンセルされるか電流プローブ①を用いて事前

表4-1 通線位置パターン

負荷ケーブル	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a) 平行配線											
b) ツイスト線											
c) バラ線											

表4-2 サンプル一覧

No	種類	外観写真	点灯方式	LED電圧・電流	出力波形 (上：電流・下：電圧)
A	LED電源装置		PWM点灯	24V 5A (PWM周波数：250Hz)	
B	フルカラーLED電源装置		PWM点灯	24V 0.36A (PWM周波数：250Hz)	
C	フルカラーLED電源装置		PWM点灯	105V 0.36A (PWM周波数：1kHz)	
D	LED電源装置		DC点灯	210V 0.39A	
E	LED電源装置		DC点灯	92V 0.14A	
F	LED電源装置		DC点灯	200V 0.2A	
G	調光器		信号方式 PWM	信号電圧 12V (PWM周波数：1kHz)	

確認を行った。

測定データを図5-1に示す。また、参考としてバラ線測定時の測定状況と電流プローブ通線イメージを図5-2に示す。

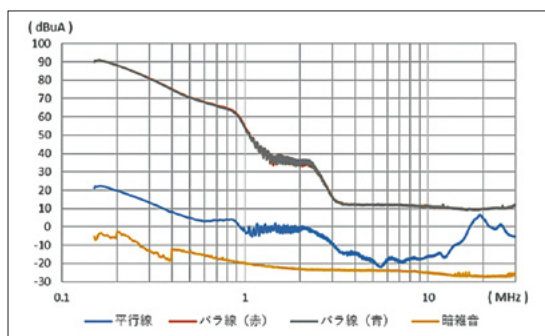


図5-1 測定データ

(注) 伝導妨害波の測定データはQP測定値とする。

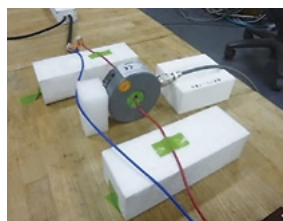


図5-2 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

バラ線の赤線（プラス）と青線（マイナス）のディファレンシャルモードノイズはほぼ同じレベルになる結果が得られた。また、2本束ねた平行配線においては、バラ線に比べノイズレベルが減少している。これより、平行配線によってディファレンシャルモードノイズがキャンセルされていると推測できる。

(2) 通線位置を変更した時のばらつき確認

表4-1の通線位置パターンにおいて電流プローブ①及び②、負荷ケーブルが平行配線及びツイスト線を使用した時のノイズレベルを測定した。測定はサンプルA、B（写真1、2）を用いて下表の条件で実施する。

写真1 サンプルA



写真2 サンプルB



負荷ケーブル	電流プローブ
平行配線	①開口径3cm ②開口径6.7cm
ツイスト線	①開口径3cm ②開口径6.7cm

負荷ケーブル	電流プローブ
平行配線	①開口径3cm

(2-1) 条件：サンプルA、平行配線、電流プローブ①

測定状況及び結果を図5-3～図5-5に示す。測定データは、表4-1通線位置パターンの全パターン及び中心位置パターンのみ（パターン1～3）とし、パターン1の測定状況とパターン1～3の電流プローブ通線イメージを示す。（以降も同様）

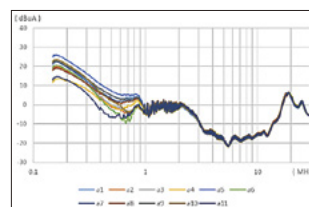


図5-3 測定データ
(全11パターン)

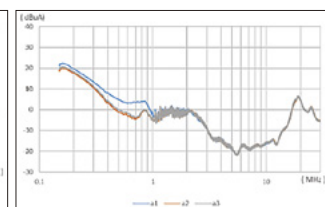


図5-4 測定データ
(中心位置パターン)

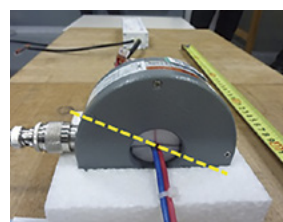


図5-5 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

約1MHz以下でばらつきが観測され、全11パターンにおいて約18dB、中心位置パターンでは約8dBのばらつきが見られた。また、通線位置を電流プローブ中心にするとばらつきが小さくなる結果が得られた。

中心位置パターンにおいて、パターン2及び3は同様なレベルになり、パターン1に対し低いレベルであった。

(2-2) 条件：サンプルA、平行配線、電流プローブ②

項(2-1)の条件から電流プローブを変更した場合の測定状況及び結果を図5-6～図5-8に示す。

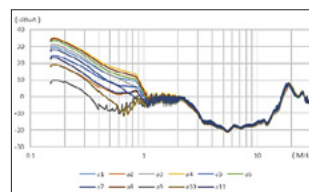


図5-6 測定データ
(全11パターン)

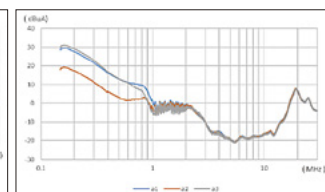


図5-7 測定データ
(中心位置パターン)

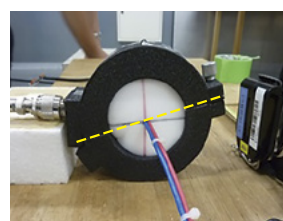


図5-8 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

約 1 MHz以下でばらつきが観測され、全11パターンにおいて約30dB、中心位置パターンでは約12dBのばらつきが見られた。また、通線位置を電流プローブ中心にするとばらつきが小さくなる結果が得られた。

中心位置パターンにおいて、パターン 1 及び 3 は同様なレベルになり、パターン 2 に対し高いレベルであった。電流プローブ①の場合と、パターン 1 ～ 3 のレベルの大小関係が異なっていた。

(2-3) 条件：サンプルA、ツイスト線、電流プローブ①

項 (2-1) の条件から負荷ケーブルを変更した場合の測定状況及び結果を図 5-9 ～図 5-11に示す。

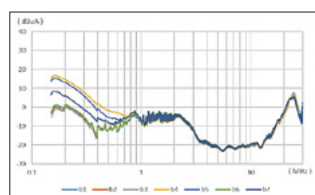


図5-9 測定データ
(全7パターン)

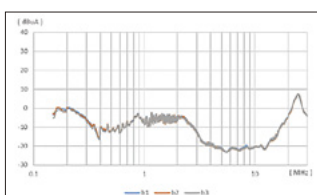


図5-10 測定データ
(中心位置パターン)

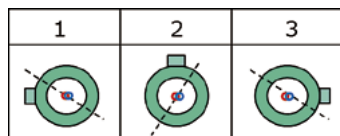


図5-11 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

約 1 MHz以下でばらつきが観測され、全7パターンにおいて約20dBのばらつきがあったが、中心位置パターンにおいてほとんどばらつきは見られなかった。

(2-4) 条件：サンプルA、ツイスト線、電流プローブ②

項 (2-3) の条件から電流プローブを変更した場合の測定状況及び結果を図 5-12 ～図 5-14に示す。

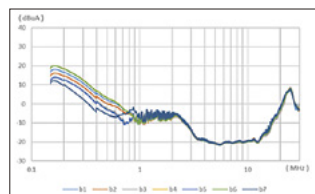


図5-12 測定データ
(全7パターン)

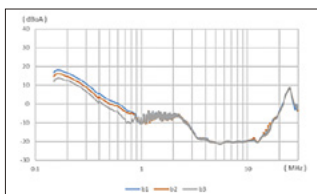


図5-13 測定データ
(中心位置パターン)

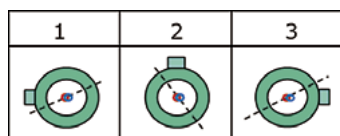


図5-14 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

約 1 MHz以下でばらつきが観測され、全7パターンにおいて約12dB、中心位置パターンでは約 8 dBのばらつきが見られた。また、通線位置を電流プローブ中心にするとばらつきが小さくなる結果が得られた。

(2-5) 条件：サンプルB、平行配線、電流プローブ①

条件をサンプルBに変更した場合の測定状況及び結果を図 5-15 ～図 5-16に示す。

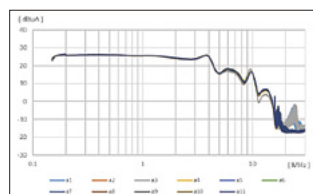


図5-15 測定データ
(全11パターン)

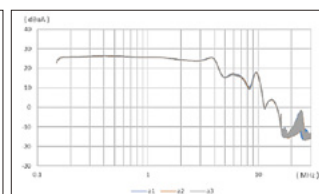


図5-16 測定データ
(中心位置パターン)

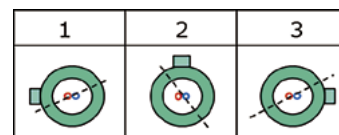


図5-17 測定状況及び電流プローブ通線イメージ

サンプルBにおいて、サンプルAのようなばらつきは観測されなかった。

(3) 電流プローブの開口径及び負荷ケーブルの違いによるばらつき比較

前項で測定したサンプルAの測定結果を用いて比較した。なお、電流プローブの中心位置パターンの測定データで確認する。

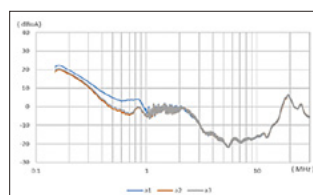


図5-4 (電流プローブ①)
(平行配線)

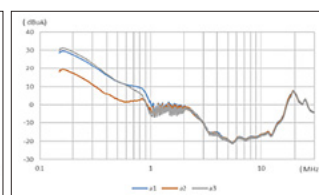


図5-7 (電流プローブ②)
(平行配線)

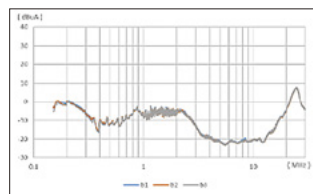


図5-10 (電流プローブ①)
(ツイスト線)

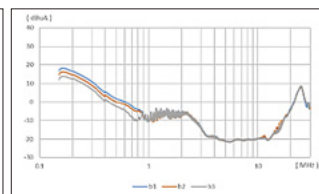


図5-13 (電流プローブ②)
(ツイスト線)

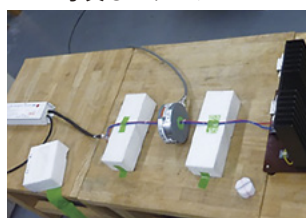
電流プローブの開口径の違いを比較すると（図5-4と図5-7、図5-10と図5-13の比較）、平行配線及びツイスト線において、電流プローブ①より電流プローブ②のほうが大きいばらつきが発生している結果が得られた。仮説としては同様の結果が得られるはずであるが、使用する電流プローブの違いで測定結果に差が生じている。

また、負荷ケーブルによる比較をすると（図5-4と図5-10、図5-7と図5-13の比較）、電流プローブ①及び電流プローブ②において、ツイスト線を用いると、平行配線の場合よりばらつきが小さくなる結果が得られた。

(4) 電流プローブの向きによる検証

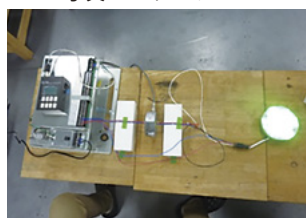
通線位置が電流プローブの中心位置でもばらつきが発生していることから、電流プローブの向きに着目して検証を行った。測定はサンプルA（写真3）を用いて電流プローブの向きを変化させ、最大／最小レベルになる位置を確認した。測定内容は以下の通りであり、参考測定としてサンプルB（写真4）も確認した。

写真3 サンプルA



負荷ケーブル	電流プローブ
平行配線	①開口径3cm ②開口径6.7cm
ツイスト線	①開口径3cm

写真4 サンプルB



負荷ケーブル	電流プローブ
平行配線	①開口径3cm

(4-1) 条件：サンプルA、平行配線、電流プローブ①

測定状況及び結果を図5-18～図5-20に示す。電流プローブ①を回転させ最小／最大レベルになった時の測定データを図5-18に示し、このときの電流プロ

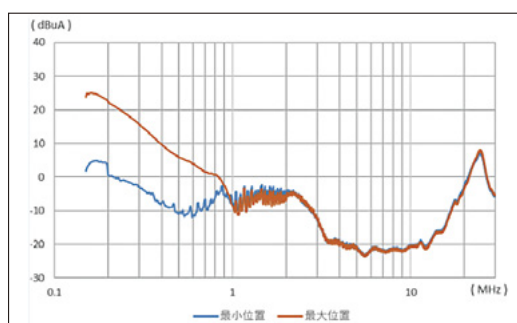


図5-18 最小／最大データ

ブに通線させた電線とギャップの位置関係を図5-19及び図5-20に示す。（以降も同じ）

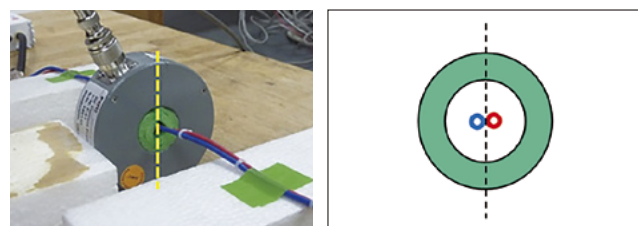


図5-19 (最小位置) 電線とギャップの位置関係

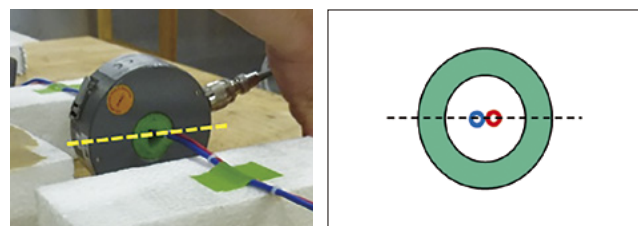


図5-20 (最大位置) 電線とギャップの位置関係

約1 MHz以下で約20dBのばらつきが見られた。電流プローブを通線している電線の並びとギャップの位置によってばらつきが発生している可能性が考えられる。

(4-2) 条件：サンプルA、平行配線、電流プローブ②

項(4-1)の条件から電流プローブを変更して測定した。電流プローブ②を回転させ最小／最大レベルになった時の測定状況及び結果を図5-21～図5-23に示す。

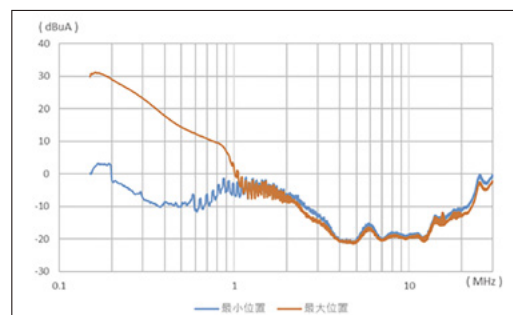


図5-21 最小／最大データ

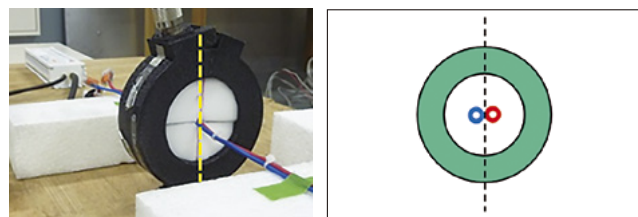


図5-22 (最小位置) 電線とギャップの位置関係

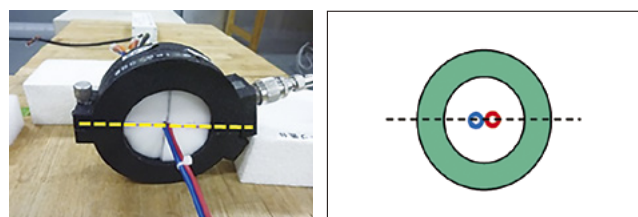


図5-23 (最大位置) 電線とギャップの位置関係

電流プローブ①と同様に約1MHz以下でばらつきが見られたが、電流プローブ②は約30dBのばらつきが発生しており、電流プローブ①より大きいばらつきの結果が得られた。こちらも同じく電流プローブを通線している電線の並びとギャップの位置によってばらつきが発生していると思われる。

(4-3) 条件：サンプルA、ツイスト線、電流プローブ①

前項で確認した最小／最大レベルとなるギャップの位置で電流プローブを固定し、ツイスト線を用いて確認を行った。この時の測定状況及び結果を図5-24～図5-26に示す。

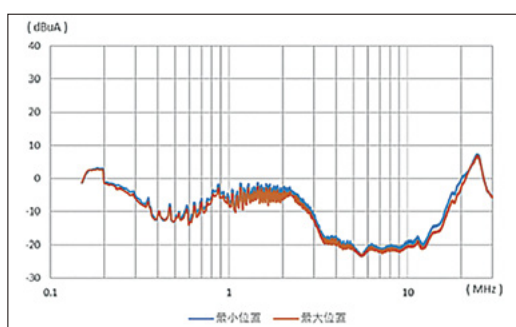


図5-24 最小／最大データ

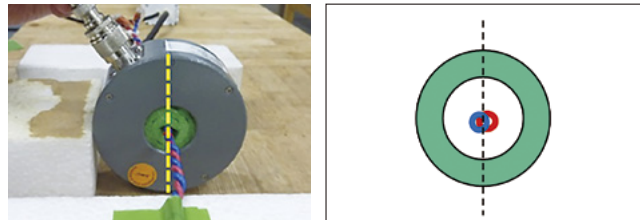


図5-25（最小位置）電線とギャップの位置関係

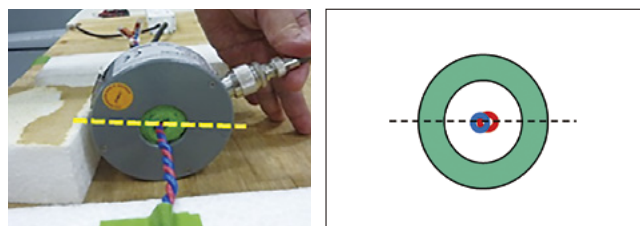


図5-26（最大位置）電線とギャップの位置関係

ツイスト線を用いた場合、ばらつきの差が低減され、測定レベルは最小レベルとほぼ同じになった。

(4-4) 条件：サンプルB、平行配線、電流プローブ①

前項で確認した最小／最大レベルとなるギャップの位置で電流プローブを固定し、平行配線を用いサンプルBにおいて確認を行った。この時の測定状況及び結果を図5-27～図5-29に示す。

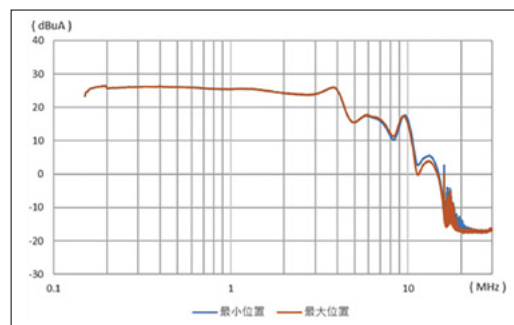


図5-27 最小／最大データ

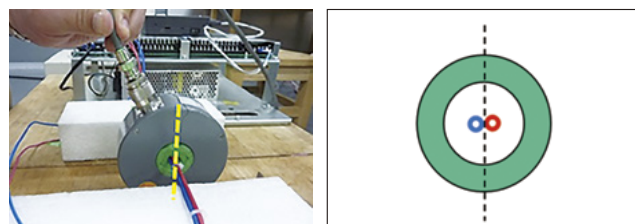


図5-28（最小位置）電線とギャップの位置関係

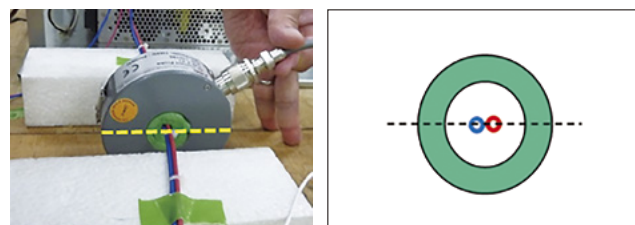


図5-29（最大位置）電線とギャップの位置関係

サンプルBは、負荷ケーブルが平行配線であってもばらつきが観測されなかった。LED電流が小さいものは影響が少ないと推測する。

(5) LED電流の違いによるノイズレベルの確認

前項で確認した最小／最大レベルとなるギャップの位置で電流プローブを固定し、サンプルA及び平行配線を用いて、LED電流を変化させたときのノイズレベルを確認した。LED電流は可変抵抗器負荷で、200mA、500mA、1000mA、2000mAになるよう抵抗値を調整し、5000mAは固定抵抗器を用いて測定した。最小位置での測定データを図5-30に、最大位置での測定データを図5-31に示す。

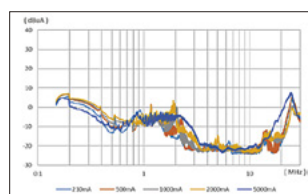


図5-30 最小位置
測定データ

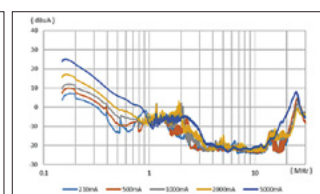


図5-31 最大位置
測定データ

LED電流を変化させると、負荷ケーブルのプローブ通線位置が最小位置の場合はあまり差が発生しな

かったが、最大位置の場合、約 1 MHz 以下において LED 電流の増加に伴いノイズレベルが変化していた。

(6) まとめ

伝導妨害波測定（CP法）で測定した結果を以下に示す。

- ◆サンプル A は約 1 MHz 以下でばらつきが発生し、LED 電流が比較的小さいサンプル B 及び C は大きなばらつきは発生しなかった。
- ◆負荷ケーブルの通線位置を電流プローブの中心にするとばらつきが小さくなる。
- ◆電流プローブの違いでばらつきのレベルに差が発生する結果が得られた。
- ◆負荷ケーブルが平行配線の場合、電線の並びと電流プローブのギャップの位置が直交する位置関係の場合はノイズレベルが低下し、平行の位置の場合はノイズレベルが増加した。
- ◆ノイズレベルが最大になるギャップ位置において、LED 電流の大きさに比例してノイズレベルが変化する結果が得られた。
- ◆負荷ケーブルにツイスト線を用いると、ギャップの位置関係によるノイズレベルのばらつきが低減される結果が得られた。

6. 放射妨害波測定の検討内容

(1) ループアンテナの X/Y 軸の確認

サンプル A 及び片線配線（図 2-1）において、ループアンテナを X 軸／Y 軸にしたときの放射妨害波を測定し比較した。測定結果を図 6-1 に示し、参考で暗雑音レベルを図 6-2 に示す。また、その時の測定状況を写真 5 及び写真 6 に示す。

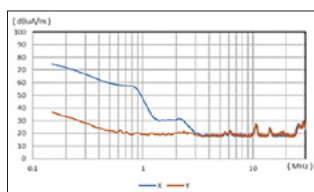


図 6-1 X/Y 軸測定データ

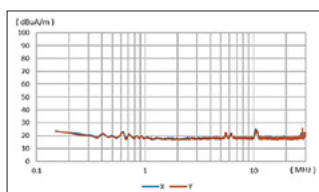


図 6-2 暗雑音データ

（注）放射妨害波の測定データはピーク測定値とする。

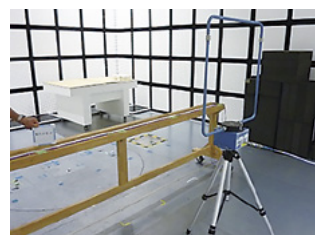


写真 5 X 軸測定状況

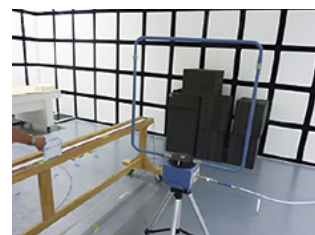


写真 6 Y 軸測定状況

片線配線に対し面方向（X 軸）においてノイズが観測できているが、直交方向（Y 軸）は X 軸方向と比較すると十分ノイズレベルが低い結果であった。Y 軸方向は暗雑音レベルに近い測定データであるため磁界成分を受信できていないと推測する。これより以降の実験においては X 軸方向を測定する。

(2) LED 電源装置の放射妨害波確認

サンプル A ～ D において、LED 電源装置の負荷ケーブルを平行配線（図 2-2）及び片線配線にしたときの放射妨害波を測定した。測定状況を写真 7、測定結果を図 6-3 ～図 6-6 に示す。

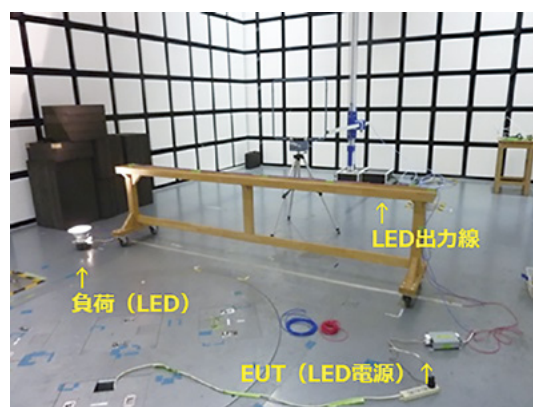


写真 7 LED 電源装置の測定状況

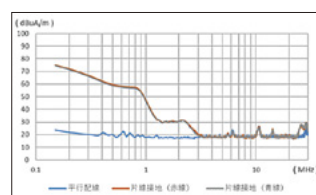


図 6-3 サンプル A
(PWM 出力)

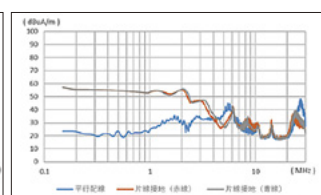


図 6-4 サンプル B
(PWM 出力)

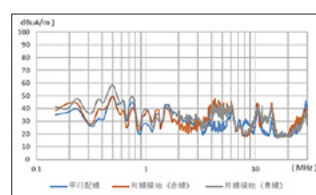


図 6-5 サンプル C
(PWM 出力)

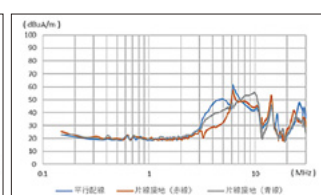


図 6-6 サンプル D
(DC 出力)

サンプル A 及び B は、片線配線のとき約 3 MHz 以下においてディファレンシャルモードノイズが確認でき、

平行配線にした場合キャンセルされることが確認できた。

サンプルC及びDは、片線配線または平行配線のときのノイズレベルに大きな差が見られなかった。サンプルA及びBに対し、サンプルCはPWM周波数が異なり、サンプルDはDC出力になっている。

(3) PWM 調光器の放射妨害波確認

サンプルE及びFを負荷とし、調光器サンプルGを用いてLED電源装置の調光ケーブルを平行配線及び片線配線にしたときの放射妨害波を測定した。測定状況を写真8、測定結果を図6-7及び図6-8に示す。

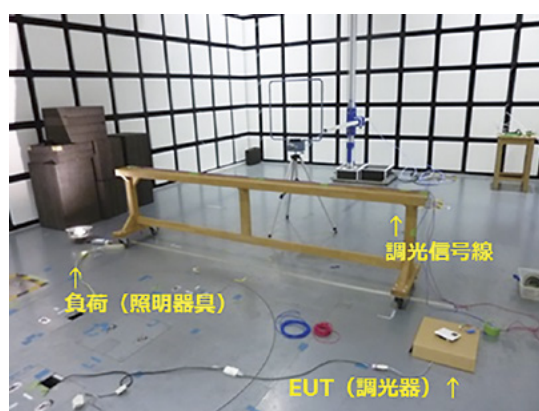


写真8 PWM調光器の測定状況

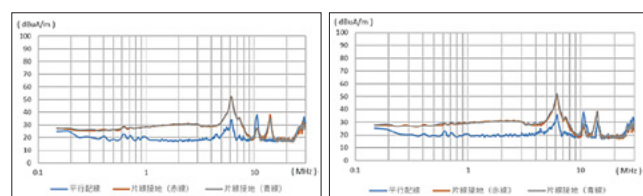


図6-7 サンプルE
(DC出力)

図6-8 サンプルF
(DC出力)

サンプルE及びFにおいて、平行配線よりも片線配線のレベルが高い結果が得られた。PWM信号においてもディファレンシャルモードノイズが確認でき、そのキャンセルが観測できた。なお、両サンプルとも同様な測定結果が得られたが、これは同じ調光器を使用しているためと推測する。

(4) まとめ

放射妨害波で測定した結果を以下に示す。

- ◆配線に対しループアンテナが直交する向き（Y軸）より、面方向（X軸）のほうが磁界成分を受信できる。
- ◆サンプルA及びBにおいて、片線配線のときディ

ファレンシャルモードノイズが観測でき、平行配線の場合、そのキャンセルが確認できた。

- ◆サンプルC及びDにおいて、片線配線と平行配線の測定結果に大きな差が見られず、ディファレンシャルモードノイズが確認できなかった。
- ◆サンプルE及びFにおいて、微弱電流のPWM信号についてもディファレンシャルモードノイズが見られ、平行配線時にキャンセルされることが確認できた。

7. 今後の課題

今回の測定結果において、負荷ケーブルが平行配線の場合、電流プローブに通線された電線の並びと電流プローブのギャップの角度によってばらつきが発生していることがわかった。その対策としてツイスト線にすると、確かにばらつきが低減される結果が得られたが、実際の配線状態とは異なる条件で測定することになり、本来その製品が持つ実力を測ることができないと考える。この問題に対し、日本照明工業会は引き続きツイスト線を用いる改正提案について慎重な立場で臨み、通常の使用状態に即した測定方法を検討していく。（CP法に関する今回の試験結果はCIS/F/WG2会議で報告済み）

今回の試験において、電流プローブの向きによるノイズレベルのばらつきなど想定外の結果が出たことから、当初予定していたDC点灯や3芯負荷ケーブルの検討が出来なかった。そのため、電流プローブのギャップ位置を考慮しながら、継続して調査する必要があると考える。また、LED電源装置以外の照明制御に使用される位相制御式調光器などのAC負荷出力においても、今後の課題として調査する必要がある。

なお、当問題は測定方法を規定するCISPR16に一部関係してくる内容と思われる（CIS/FからCIS/Aに対し検討依頼中）。日本照明工業会としても、国際会議と協力して取り組んでいきたい。

2023年度 イミュニティ委員会の活動

「金属板スリット開口と近接イミュニティへ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)
電磁妨害対策委員会

出原 昇

1. 背景

スマートフォンやタブレット端末などのモバイル送信デバイスの通信性能向上により、5Gシステムに対応した製品が普及し始めている。これらのモバイル送信デバイスは、娯楽や仕事といった多岐にわたり用いられており、パーソナルコンピュータや通信装置等のマルチメディア機器の近傍で使用されている。これらのモバイル送信デバイスなどRF送信機が装置の近接で使用される状況においてのイミュニティ耐性試験について国際規格としてIEC 61000-4-39[1]が規定されているが、本規格の8.6.2節には試験免除項目が記載されている。マルチメディア機器は、プリンタ、FAX、パーソナルコンピュータ、通信伝送装置等多種あり、この試験免除項目が適用される装置も存在する。

このため本研究では、この試験免除項目に着目して、試験免除項目となる条件について実験的検証を行い、条件の妥当性について調査・検討をすることとした。

2. 目的

IEC 61000-4-39の8.6.2節に試験免除項目が記載されている。試験免除項目は(a)から(e)の5項目あり、そのうちの(d)の項目について、開口を持った金属板の検証を2022年度に実施した。その結果、6.0GHzの電磁妨害波に対して直径5.0mmの開口であれば均一金属板同等の減衰が得られることが分かった。しかし、開口の大きさと減衰量（金属板背後の電界強度）の関

係は十分に調査できていなかった。したがって、近傍電磁界イミュニティ試験規定への将来的な対応も見越して、開口の大きさと金属板背後の電界強度の関係を調査し除外項目の拡大の検討を行うことを目的とする。

なお、医療機器への実影響評価では、携帯電話端末実機及びこれに相当する電界強度を発生させることのできる半波長ダイポールアンテナが使用されていることから、本研究テーマでは近傍電磁界イミュニティ試験に用いられるTEMホーンアンテナだけでなく、半波長ダイポールアンテナによる検討も実施した。

3. 試験免除項目の条件と測定項目

IEC 61000-4-39の8.6.2節には、試験免除項目として以下の5項目が記載されている。

- (a) 装置の外側に固定された機械的なバリアがあり、電磁界源が装置表面から250mm以下に近接することを防止できるEUT面
- (b) EUTのアクティブな部品（センサ、ケーブル、PCB等）に250mm以下に近接できないようになっているEUTの表面（例えば、受動的な機械的構造の背後に空間を有するか、またはそれだけを覆うプラスチックハウジング）
- (c) EUTを設置した後は可搬型送信機が近接する可能性のない点または表面（たとえば、機器やエリアの底面や壁側）
- (d) 厚さ0.25mmを超える均一な金属でTEMホーンアンテナの均一領域の150%以上の大きさを有する1つの部品から成る表面

- (e) サービス又は保守作業中にのみ携帯送信装置が近接して使用されて電磁界に曝されるEUTの表面又は領域

これら5項目のうち、条件(c)および(e)は物理的な制約によりRF送信機が近接できないこと、サービスや保守作業時のみに近接して使用することから、2022年度までは研究テーマとして条件(a)、(b)、(d)について条件の妥当性を検証してきた。(a)、(b)の隔離特性はこれまでの研究で実施しており、本年度は(d)の金属板に関するテーマを追求することとした。

条件(d)は、TEMホーンアンテナの均一領域の150%以上の大きさを有する1つの部品から成る表面と規定されているが、2022年度の結果は装置類を格納するキャビネットや装置本体の筐体での使用が想定されるスリット穴やパンチング穴があっても、6.0GHzの試験周波数では、あらゆる方向に5.0mm以下の開口であれば十分な遮蔽効果が確認できた。一方、25.0mm開口に対しては遮蔽効果が確認できず、電磁波の干渉による増大を確認した。6.0GHzの試験周波数に対して、金属板開口が5.0mmを超えて25.0mm未満の開口がどのような遮蔽効果を示すかを調査することで、試験周波数6.0GHzに対する許容開口の限度値

を確認し、開口の大きさと減衰量の関係を調査し除外項目の拡大の検討を行った。

4. 使用機材

本研究テーマで使用する使用機材を表5.1に示す。各アンテナの外観を図5.1から図5.2に示す。

5. 各種金属板と遮蔽特性

5.1 金属板の遮蔽特性の測定構成と手順

試験構成を図6.1.1に示す。TEMホーンアンテナまたは半波長ダイポールアンテナと光電界センサを140mm離して10V/mの校正を行う。TEMホーンアンテナまたは半波長ダイポールアンテナと光電界センサの間に金属板を配置する。アンテナと金属板との距離を100mm、金属板と光電界センサとの距離を40mmに配置し、X軸、Z軸それぞれを10mm毎に走査プロットし、光電界センサを中心にX軸は0mmから240mmまで、Z軸は0mmから290mmまでの電界強

表5.1 使用機材

機器名称	機能・性能（概略）	製造会社	型式
TEM ホーンアンテナ	380.0 MHz ～ 6.0 GHz	ノイズ研究所	THA-380M60G
半波長ダイポールアンテナ	5.3 GHz～ 6.0 GHz	アンリツ	MA5612C5
高周波電力増幅器	1.0 GHz ～ 6.0 GHz	R&K	CGA102M602-4040R
信号発生器	9.0 kHz ～ 6.0 GHz	KEYSIGHT	N5182B
スペクトラムアナライザ	9.0 kHz ～ 26.5 GHz	Rohde&Schwarz	ESR26
光電界センサ	100.0 kHz ～ 10.0 GHz	精工技研	SH-10EL

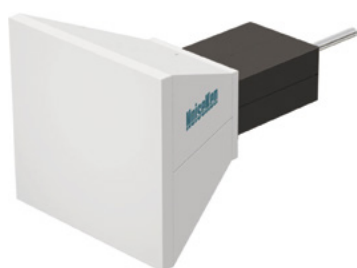


図5.1 TEMホーンアンテナ外観



図5.2 半波長ダイポールアンテナ外観図

(引用URL:<http://www.anritsu.com/ja-jptest-measurementproductsma5612-series>)

表5.2 使用金属板

スリット配置、サイズ、材料	スリット形状	写真
 外形サイズ 570 x 480 mm 金属板厚さ 0.8 mm 材料 鉄 SPC ※SPC：冷間圧延鋼板	X = 4.0 mm Y = 25.0 mm	
	X = 4.0 mm Y = 18.0 mm	
	X = 4.0 mm Y = 12.0 mm	
	X = 4.0 mm Y = 10.0 mm	
	X = 3.5 mm Y = 6.5 mm	

度の測定を実施した。なお、測定結果はTEMホーンアンテナと光電界センサの間隔100mmで10V/mとした場合に補正をして示す。

測定例の写真として、図6.1.2はTEMホーンアンテナ、図6.1.3は半波長ダイポールアンテナの場合を示す。2021年度、2022年度の結果から、垂直偏波に対して水平のスリット幅が遮蔽特性に影響することが分かっているため、今年度もアンテナは垂直偏波、金属板のスリットは横長になるように配置した。図6.1.1に示すように光電界センサから40mm離れた位置に金属板、金属板から100mm離れた位置に各アンテナを配置した。

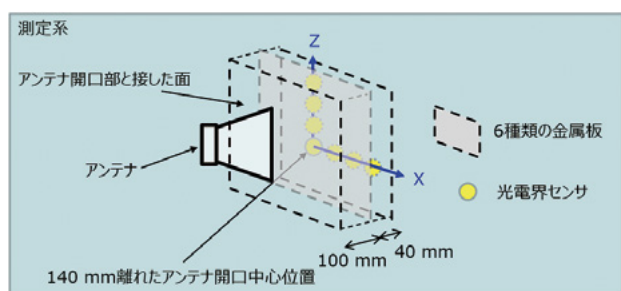


図6.1.1 測定構成

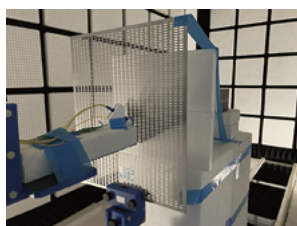


図6.1.2 TEMホーンアンテナの場合

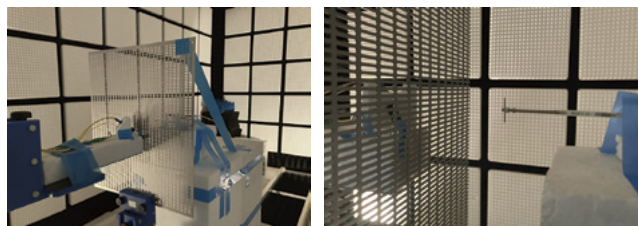


図6.1.3 半波長ダイポールアンテナの場合

5.2 TEMホーンアンテナを使用した場合の測定結果

図6.2.1にX軸方向の電界強度を測定したTEMホーンアンテナの6.0GHzの結果、図6.2.2にZ軸方向の電界強度を測定したTEMホーンアンテナの6.0GHzの結果を示す。

スリットの長さが短くなると順次、電界強度は小さくなる。スリット長さ24mmでは、干渉によって電界強度はハンプを打ち、スリット長さ18mm以下は、電界強度のハンプはあるが小さい結果となった。

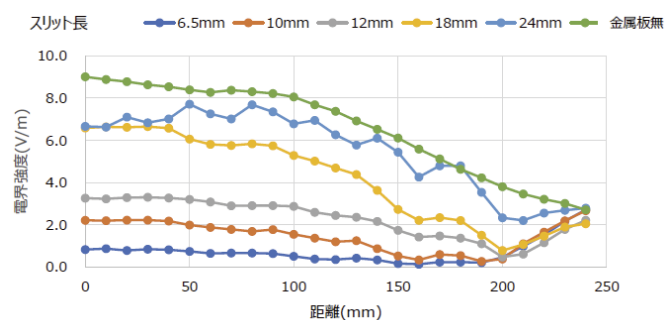


図6.2.1 TEMホーンアンテナの6.0GHzの測定結果（X軸方向の電界強度変化）

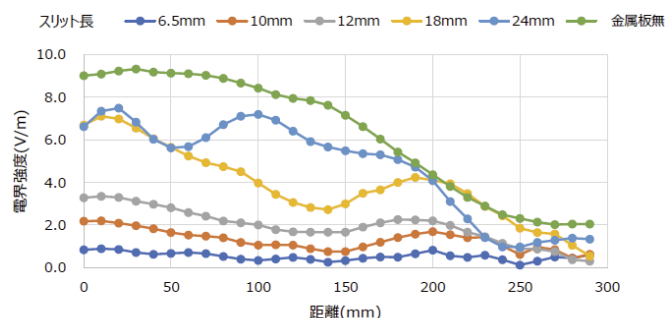


図6.2.2 TEMホーンアンテナの6.0GHzの測定結果（Z軸方向の電界強度変化）

5.3 半波長ダイポールアンテナを使用した場合の測定結果

図6.3.1にX軸方向の電界強度を測定した半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの結果、図6.3.2にZ軸方向の電界強度を測定した半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの結果を示す。

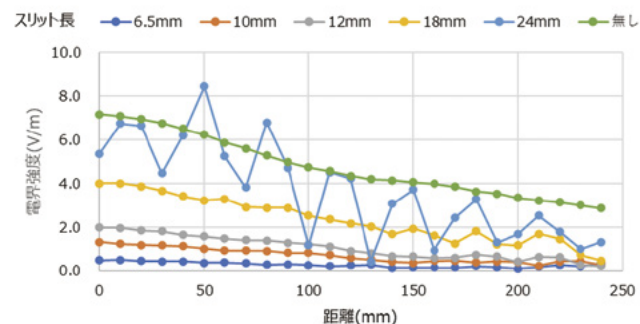


図6.3.1 半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの測定結果（X軸方向の電界強度変化）

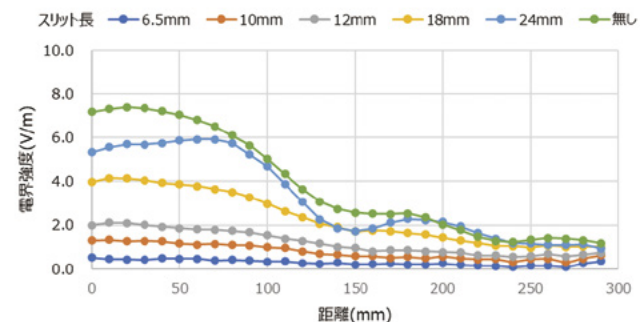


図6.3.2 半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの測定結果（Z軸方向の電界強度変化）

スリットの長さが短くなると順次、電界強度は小さくなる。スリット長さ24mmでは、干渉によって電界強度はハンプを打ち、スリット長さ18mm以下は、電界強度のハンプはあるが小さい結果となった。

5.4 スリットサイズの異なる金属板を透過した電界強度分布の測定

図6.4.1に測定系を示す。金属板をEUTの筐体と仮定し、金属板とアンテナ間はIEC 61000-4-39の規格に合わせて100mmに配置し、アンテナと光電界センサを200mm離し、電界強度を10V/mに校正した。アンテナと光電界センサ間に、スリットサイズの異なる金属板を入れて、電界強度の分布を測定した。スリットサイズは6.5mm、10mm、12mm、18mmを用いた。アンテナはTEMホーンアンテナと半波長ダイポールアンテナを使用し、試験周波数は6.0GHzとした。図6.4.2にTEMホーンアンテナの金属板を透過した電界強度分布、図6.4.3に半波長ダイポールアンテナの金属板を透過した電界強度分布を示す。なお、軸のX-AxisとZ-Axisの0点がアンテナの中央である。図6.4.2および図6.4.3の測定結果から、スリットサイズが12mm以下では、電界強度が減衰していることが分かる。

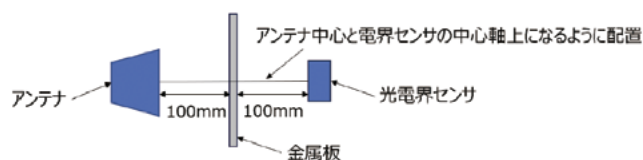


図6.4.1 金属板を透過した電界強度分布の測定

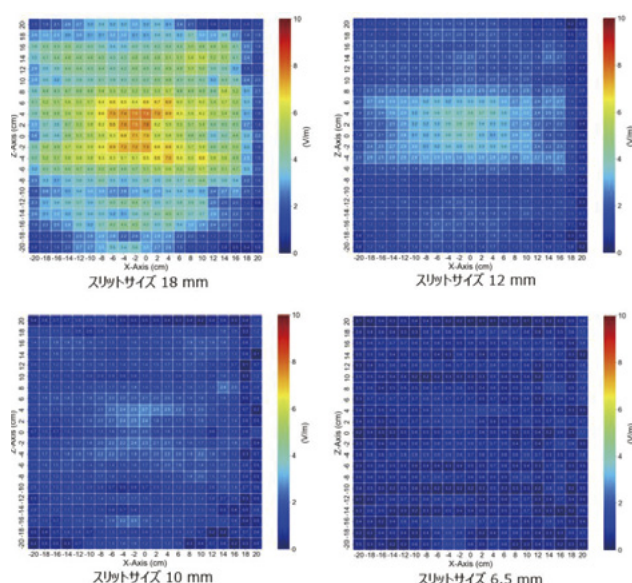


図6.4.2 TEMホーンアンテナの金属板を透過した電界強度分布

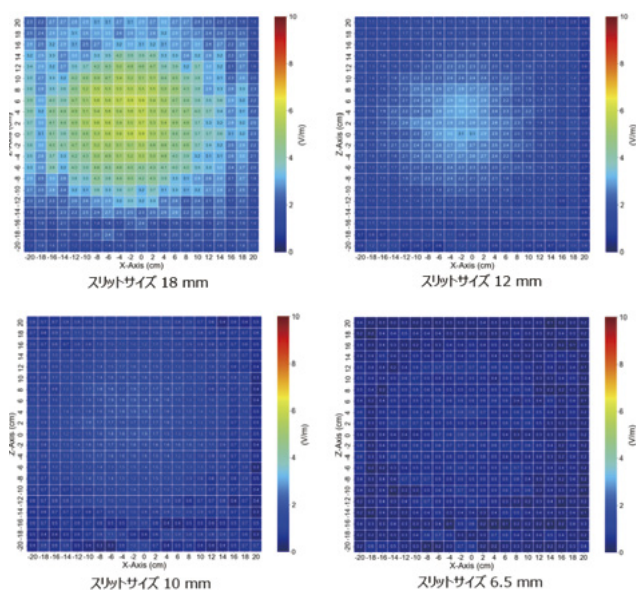


図6.4.3 半波長ダイポールアンテナの金属板を透過した電界強度分布

6. 各種金属板の遮蔽特性のシミュレーション

スリット条件や周波数が変わったときにシミュレーションが有効であるかを確認するため、参考として一部条件についてもシミュレーションを実施した。

6.1 シミュレーション条件

図7.1にシミュレーションの領域イメージを示す。

シミュレーション条件を以下に示す。

- ・金属板の板厚：0 mm
- ・金属板：完全導体
- ・使用した解析ツール：FDTD法（電磁波解析ソフトウェア Poynting）
- ・解析領域：(2000 x 2000 x 2000mm)、中央に波源を配置
- ・境界条件：全面にMurの一次境界条件
- ・メッシュ数：3.2億 (319,162,000 = 703 x 250 x 1816)

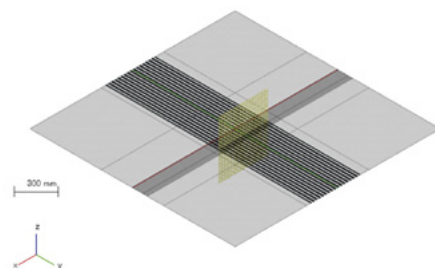


図7.1 シミュレーション領域イメージ

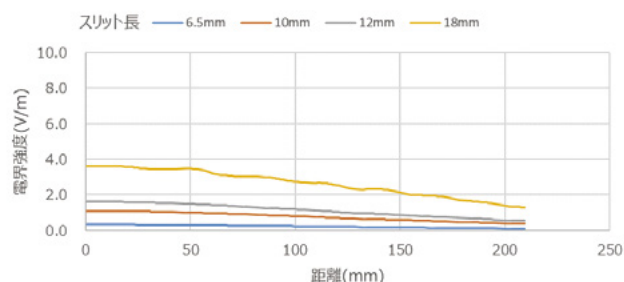


図7.3.1 半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの解析結果
(X 軸方向の電界強度変化)

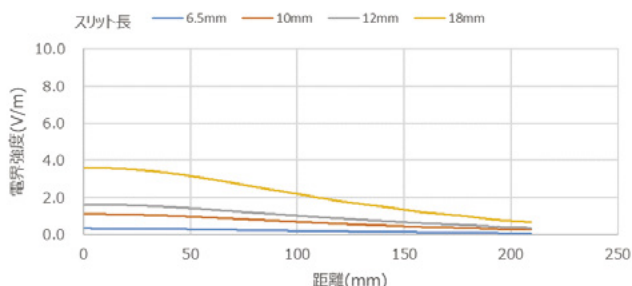


図7.3.2 半波長ダイポールアンテナの6.0GHzの解析結果
(Z 軸方向の電界強度変化)

7. 実験結果の考察

2022年度の実験結果は、アンテナと光電界センサの距離を250mm離隔した時に半波長ダイポールアンテナでは電界強度が4.0V/m、TEMホーンアンテナでは7.5V/mであった。250mmの離隔による試験の免除は、除外項目(a)と(b)に相当するため、電界強度が4.0V/m以下であれば除外になり得る。測定結果から12mm以下のスリットは、電界強度が4.0V/m未満であるため、除外とみなしても良いと考えられる。

6.0GHzにおける波長は50mmであり、スリットの長さ12mmは約1/4波長に相当する。したがって、試験周波数に対して約1/4波長以下のスリットの長さであれば、除外できると思われる。ただし、試験周波数の上限が6.0GHzであるので12mm以下であれば、除外規定を設けるのが適当であると考ええる。

8. まとめ

今回、IEC 61000-4-39に規定された免除内容の追加条件として、試験周波数と金属板の開口の大きさによる減衰量（金属板背後の電界強度）の関係から許

容できるスリット長を求めた。スリット幅4mm、スリット長12mm以下では他の免除項目と同等以下の電界強度となったため、この条件をIEC 61000-4-39の試験免除項目に提案する事が適当であると分かった。

9. 国際標準化への対応

これらのことから、IEC 61000-4-39を規定しているSC77B/WG10に本研究成果の情報提供を行い、次版改訂の際の検討に協力することが必要であると考ええる。また、マルチメディア機器の規格策定を行っているCISPR SC-Iに、これまでの結果をまとめた内容の情報提供を行い、今後のCISPR 35の改版のための参考にしていただくことが良いと考える。

電波環境協議会 第22回技術講演会を開催

12月12日（木）に、電波環境協議会 第22回技術講演会を電波産業会会議室とオンライン併用で開催しました。

今回は、特別講演1件と、電波環境協議会の妨害波委員会・イミュニティ委員会の2023年度の成果報告2件の、3講演を実施いたしました。

特別講演は、「CISPR25の概要及び審議動向」について、一般社団法人KEC関西電子工業振興センターの杉本久憲氏に講演いただきました。

2件目は、妨害波委員会の調査研究成果：「ローカルワイヤードポート（LED照明器具）の電流プローブに

よる伝導妨害波測定」について、一般社団法人日本照明工業会の川股直樹氏に講演いただきました。

3件目は、イミュニティ委員会の調査研究成果：「金属板スリット開口と近接イミュニティへの影響に関する調査研究」について、一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会電磁妨害対策技術委員会委員長の出原昇氏に講演いただきました。

当日は、電波産業会会議室とオンラインを合わせて45名の皆様に参加いただき、熱心にご聴講いただくとともに、活発な質疑応答が行われました。



杉本久憲 氏



川股直樹 氏



出原昇 氏

編 集 後 記

今回のEMCCレポートは、上記技術講演会にて講演いただいた皆様に執筆いただきました。

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40号

2025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

