

新たな電波応用の課題

—身近な電波利用環境の変化—

2012. 10. 19

一般財団法人
テレコムエンジニアリングセンター

TELEC



発表内容

1. 電波環境は悪化している？

- － 近距離無線応用の多様化
- － 高周波利用設備に関する課題

2. 国際比較

- － 近距離無線機器、ISM機器の取り扱いを巡って

3. 今後の課題

1. 電波環境は悪化している？

近年電波利用に対する需要が急激に増加し、特に工場、ビル内、家庭内あるいは公共の場などにおいて身近な比較的狭い範囲をサービスエリアとする無線通信に対する需要が高まっている

新たな電波利用の光と影

ワイヤレスで便利で快適な生活、仕事環境

- 近距離の無線応用の多様化
- 高周波利用機器の増加

電波雑音源となる機器の増加

- 省エネ家電、情報機器等高周波を発生する機器の増加
- 高周波利用機器からの妨害波

EMC問題が顕在化する恐れがある

近距離無線応用の多様化

任意の場所での情報へのアクセス、様々な機器の無線での遠隔操作、非接触ICカード等による決済の利用、センサ等の情報の収集、出先からの室内の遠隔監視、ワイヤレスでのAV鑑賞など、多様な近距離無線通信のニーズが高まっている

(例)

- | | |
|----------|-----------------------------|
| ・無線アクセス | 無線LAN、Bluetooth、PLC、コードレス電話 |
| ・リモコン | 各種リモコン、キーレスエントリー |
| ・センサー | 防犯機器、タイヤ空気圧モニター、万引監視装置 |
| ・モニター | 見守り、ベビーモニター、遠隔監視 |
| ・AVワイヤレス | Bluetooth、FMトランスミッター、ラジオマイク |

近距離の手軽な無線通信に「微弱無線局」や「小電力無線局」が制度化されている

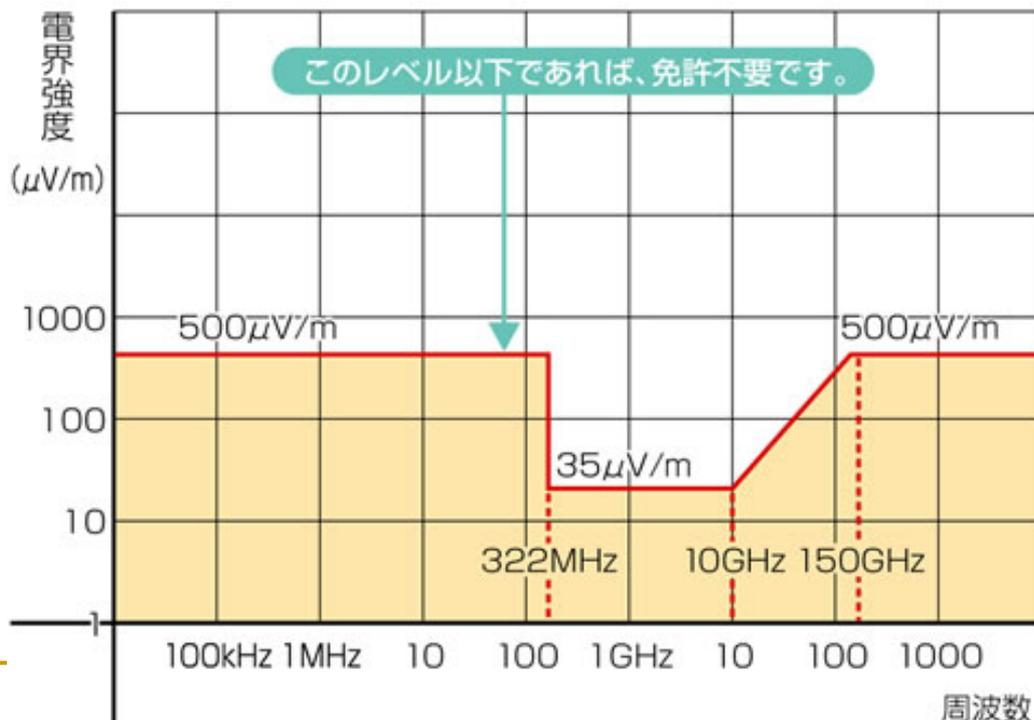
(参考)微弱無線局

電波法では、著しく微弱な電波を利用した無線局(通称:微弱無線局)が認められ、**免許不要**で利用できる。

微弱無線局の条件は、**3mの距離における電界強度**が規定以下(図参照)。

ごく弱い電波を利用するため、周囲雑音の高いところでは十分通信ができない場合がある。また、他からの妨害を受けても保護はされない。

市場には違法に出力を高くした製品も流通している実態があり、これらが無線局に妨害を与える事例がある。



高周波利用設備

無線設備ではないが電波を放射してしまう設備の利用を可能とする制度
原則個別の設置許可制(電波法第100条)、罰則規定(同第110条)、
混信等の防止規定(設備規則第64条の2、第66条)

① 通信設備である高周波利用設備

電線路に10kHz以上の高周波電流を通ずる電信、電話、
その他の通信設備

- ◆ 電力線搬送通信設備
- ◆ 誘導式通信設備
- ◆ 誘導式読み書き通信設備

② 通信設備以外の高周波利用設備

10kHz以上の高周波電流を使用する工業用加熱設備、
医療用設備、各種設備

- ◆ 医療用設備
 - ◆ 工業用加熱設備
 - ◆ 各種設備
- ※国際的には
ISM機器に該当

(参考)①通信設備である高周波利用設備

設備の区分	設備概要(電波法施行規則第44条)	最大許容値(設備規則 第59条～61条の2)
<p>1 電力線搬送通信設備</p> <p>(施行規則第44条の一) (施行規則第44条の二の2)</p>	<p>電力線に10kHz以上の高周波電流を重畳して通信を行う設備</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 搬送波の周波数が10kHzから450kHzまで 二 屋内において2MHzから30MHzまでの周波数を使用するもの <p>(例:お知らせランプ、モデム通信用など)</p>	<p>高周波出力10W以下</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 搬送波による電界強度: 1kmかつ$\lambda/2\pi$の距離で 500μV/m以下 二 伝導妨害波、放射妨害波強度を規定(第60条参照)
<p>2 誘導式通信設備</p> <p>(施行規則第44条の二(1))</p>	<p>線路に10kHz以上の高周波電流を流すことにより発生する誘導電波を使用して通信を行う設備</p> <p>10kHzから250kHzまでの周波数を使用するもの</p> <p>(例:列車無線、トンネル等内でのAMラジオ再送信など)</p>	<p>線路から$\lambda/2\pi$の距離で 200μV/m以下</p>
<p>3 誘導式読み書き通信設備</p> <p>(施行規則第44条の二(2))</p>	<p>13.56MHzの誘導電波を使用し記録媒体の情報を読み書きする設備</p> <ul style="list-style-type: none"> (2) 3mの距離において500μV/m以下のもの (3) 型式について総務大臣の指定を受けたもの <p>(例:電子タグ、非接触ICカードなど)</p>	<p>10mの距離におけるスペクトルマスクにて規定(第61条の2)</p>

(参考)②通信設備以外の高周波利用設備

無線設備、通信設備以外の設備であって、10kHz以上の高周波電流を利用する高周波出力が50Wを超える設備は、設置場所における許可が必要

設備の区分	設備概要(電波法施行規則第45条)	最大許容値(設備規則 第65条)
1 医療用設備 (施行規則 第45条の一)	高周波エネルギーを発生させ医療のために用いる設備 (例:電気メス、リニアック、MRI など)	一 30mの距離または敷地境界線で 100 μ V/m以下
2 工業用加熱設備 (施行規則 第45条の二)	高周波エネルギーを木材および合板の乾燥、繭の乾燥、金属の熔融、金属の加熱、真空管の排気等の工業生産のために用いる設備 (例:金属加熱加工機、畳乾燥機、シール製造装置など)	二 100mの距離または敷地境界線で 100 μ V/m以下
3 各種設備 (施行規則 第45条の三)	高周波エネルギーを直接負荷に与え又は加熱や電離などに用いる装置 * 型式指定および型式確認の設備を除く (例:超音波染み抜き機、プラスチック溶接装置、超音波切断機など)	三(1) 高周波出力500W以下の場合 30mの距離で100 μ V/m以下 (2) 高周波出力500W超える場合 二項を超えない範囲で、一項で示す値に $\sqrt{P/500}$ を乗じた値以下

個別の設置許可が不要の高周波利用設備

(1) 一定の要件を満たしている次の設備

- ア ケーブル搬送設備
- イ 平衡二線式裸線搬送設備
- ウ 電力線搬送通信設備（受信のみを目的とするもの）
- エ 誘導式通信設備（線路から $\lambda/2\pi$ の距離における電界強度が $15\mu\text{V/m}$ 以下のもの）
- オ 誘導式読み書き通信設備（設備から3mの距離における電界強度が $500\mu\text{V/m}$ 以下のもの）
- カ 通信設備以外の高周波利用設備（高周波エネルギーが50W以下のもの）

(2) 予め総務大臣から技術基準に適合している指定を受けた設備（型式指定）

- ア 誘導式読み書き通信設備
- イ 搬送式インターホン
- ウ 一般搬送式デジタル伝送装置
- エ 特別搬送式デジタル伝送装置
- オ 広帯域電力線搬送通信設備
- カ 超音波洗浄機
- キ 超音波加工機
- ク 超音波ウェルダー
- ケ 電磁誘導加熱を利用した文書複写印刷機械
- コ 無電極放電ランプ

(3) 製造事業者等が、機器の型式について技術的条件に適合していることの確認を自ら行い、総務大臣へ届け出た次の設備（型式確認）

- ア 電子レンジ
- イ 電磁誘導加熱式調理器

(参考)高周波利用設備一例(広帯域電力線搬送通信)

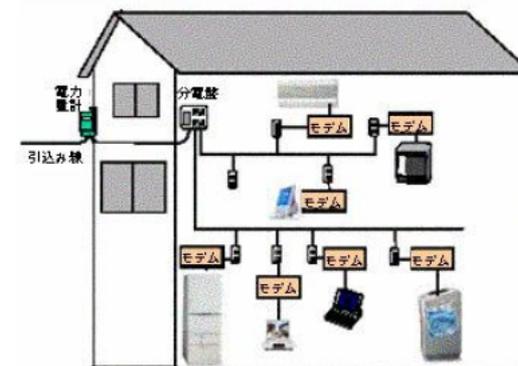
1. 電力線搬送通信、Power Line Communicationsの頭文字から“PLC”とも呼ばれる)は、電気の配線(電灯線)を通信回線として利用する技術。
2. 重畳する周波数は、周波数を2MHz～30MHzで、理論最大値が数十Mbps～200Mbpsのデータ通信を可能にするシステム。



参考資料1

電力線搬送通信設備の適用形態

- 既に構築済みの電力線をインターネットへのアクセス回線又は、宅内LANとして使用。
- 家庭内の電気コンセントを情報コンセントとして活用し、ホームネットワーク等を容易に実現。



宅内系の例

(参考)高周波利用設備一例 (誘導式読み書き通信設備)

概要

- 1 13.56MHzの周波数の誘導電波を使用して記録媒体の情報を読み書きする設備をいう。
※注:電子タグ、非接触ICカードなど。
- 2 誘導式読み書き通信設備は、高周波利用設備であり、その設置に際し総務大臣の許可を要するものと、許可を要しないものがある。



(参考)高周波利用設備一例 (高周波誘導加熱)

高周波誘導加熱とは ～金属を非接触で自己発熱させる方式

1. 交流電源に接続されたコイルの中に金属棒を挿入すると、コイルと金属棒は離れているにもかかわらず金属棒自身が発熱する(非接触で自己発熱)。これが誘導加熱。
2. この方式は被加熱物に電流を流す直接加熱方式であり、被加熱物が導電体(金属、カーボン等)であることが条件。

【 周波数と加熱の関係は 】

- 交流電流の周波数と、非加熱体に貫通する熱の深さには相関関係があり、
- 5KHzから30KHzの低い周波数は、材料の深部にまで加熱を要求される厚い材料に適しており、
- 100KHzから400KHzの高い周波数は、小さな部品や浅い加熱に適する。



(参考)高周波利用設備一例 (無電極ランプ)

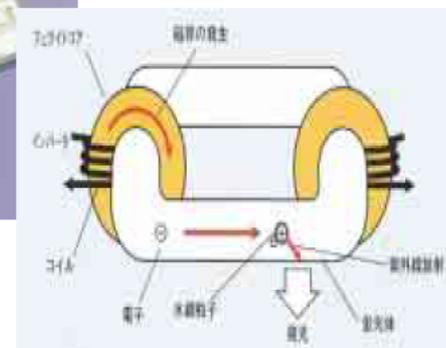
1 概要

無電極ランプ(Electrodeless lamp)は、人工光源の一種であり、内部構造に電極を持たない高演色性、長寿命、省電力なランプである。

2 特徴

無電極ランプは、電磁誘導の原理と放電による発光原理を利用することで、発光管内に電極を持たない。このため、ランプ切れの原因となる電極の劣化・折損が生じないことが特徴。

周波数:高周波無電極ランプでは2.65MHz。低周波無電極ランプでは230KHz、140KHz等を使用。



(参考) 高周波利用設備試験装置の例

ラージループアンテナ

高周波利用設備等から放射される電磁界の磁界成分の測定を行う方法の1つとして、磁界によって3軸それぞれのループに誘導する電流を測定して放射磁界強度を評価する方法がCISPRで規定され、我が国でも妨害波磁界強度の測定方法として規定されている。

この方法は、測定サイトにおける測定法に比べて感度が高く、周囲の妨害波の影響を受けることが少なく、またサイトでの測定値との相関も良好である。



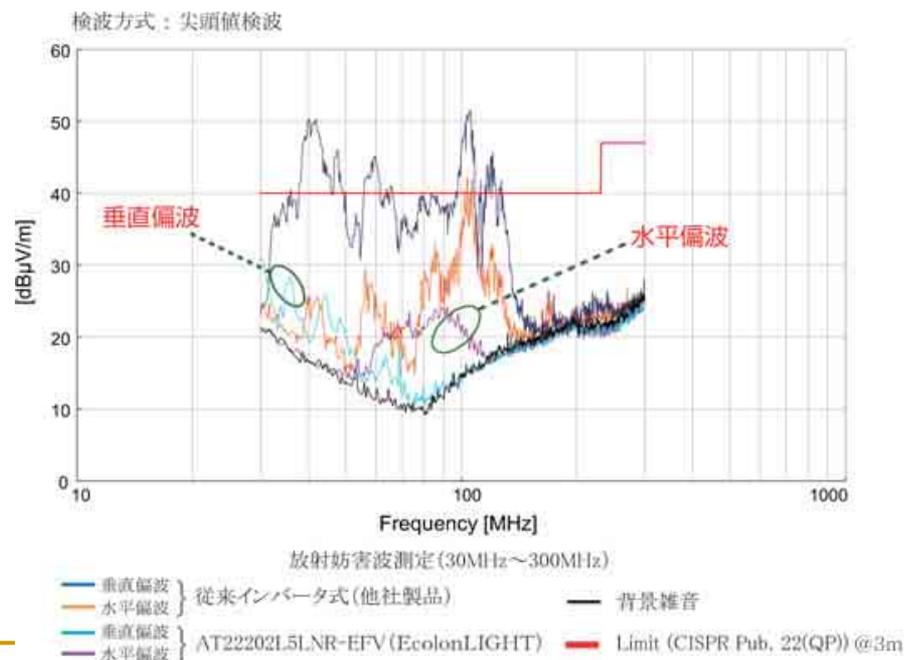
電子機器・家電等からの妨害電波

- 電波法では規制していない電子機器・家電等からも妨害波(電波雑音)は発生している
- インバーター内蔵機器が急増しており、これらの機器は低周波から数百MHzにも達する妨害波源となることがあるので、高周波利用設備と共通の規律が望まれる
- 例えばLED照明、太陽光発電システム、エネルギー効率を高めた最新型家電、情報機器等は妨害波抑制に留意が必要である

右図は、インバーター式蛍光灯において、放射妨害波の発生の抑制が可能であることを示す技術開発の例

出典：NTT-AT社ホームページより

http://www.ntt-at.co.jp/page.jsp?id=1793&content_id=962



EMC問題の増加と今後の対応

- 近距離無線通信応用の増加、高周波利用設備や電子機器・家電等からの妨害波により、電波雑音レベルが押し上げられているものと推測
- また、単体では妨害の程度は小さくとも、システムとして、あるいはビル単位での多数個の利用等により妨害発生事例となりうる
- 電磁誘導方式等によるワイヤレス給電技術の実用化が進められているが、妨害が顕在化しない技術基準づくりが求められる
- 良好な電波環境の維持のためには、不要電波を放射する機器を一様に規律するなどの法整備が望まれる
- デジタル機器はアナログ機器とは妨害に対する耐性は異なるデジタル時代の新たな妨害評価のありかたの研究が必要

2. 国際比較

近距離無線応用機器は、各国にてさまざまに利用されている。

ITU-Rは、近距離無線機器(SRD: Short Range Devices)の共通周波数帯の分配に向けた研究を行い勧告 SM.1896をまとめた。

ITU-R報告SM.2153-2に例示されている各国のSRDの応用例は以下の通りである。

- テレコマンド
- テレメトリ
- 音声・ビデオ
- 雪崩の犠牲者搜索機器
- 広帯域無線LAN
- 鉄道応用
- AVI
- ループ
- 道路輸送と交通テレマティックRTTT
- 動き検出・警報装置
- モデル制御
- 誘導応用
- 無線マイク
- RFID
- ULP-AMIs
- 無線オーディオ応用
- レーダレベルゲージ等

以下、米国及び欧州における近距離無線応用、ISM機器関連の規制状況を簡単に紹介し、また妨害波の国際規格に触れる。

(参考)ISMバンドと呼ばれる周波数帯について

- 無線通信規則(RR)の国際周波数分配表で以下の周波数帯がISMに指定されている。
(§ 5.150)

この周波数帯で運用する無線通信業務はISMの使用による混信を容認しなければならない。
ISM装置の運用はS15.13に従うことが条件。

- 13 553–13 567 kHz (中心周波数 13 560 kHz)
- 26 957–27 283 kHz (中心周波数 27 120 kHz)
- 40.66–40.70 MHz (中心周波数 40.68 MHz)
- 902–928 MHz (中心周波数 915 MHz) 第2地域のみ
- 2 400–2 500 MHz (中心周波数 2 450 MHz)
- 5 725–5 875 MHz (中心周波数 5 800 MHz)
- 24–24.25 GHz (中心周波数 24.125 GHz)

◆ § 15.13 主官庁はISM機器からの輻射が最小になるようにし、指定周波数帯の外では輻射がRRに従って運用する無線通信業務、特に無線航行業務その他の安全業務に有害な混信を生じさせないようなレベルにするため、実行可能な全ての必要な措置を執らなければならない。

◆ § 15.13.1 この問題について主官庁はITU-Rの関係勧告を指針とする。

- また、以下の周波数帯もISMに分配されている。(§ 5.138)

ただし上記とは条件が異なり、ISMのためのこの周波数帯の使用は、当該主管庁が、影響を受けるおそれがある無線通信業務を有する主管庁の同意を得て、それに特別の承認を与えることを条件とする。主管庁は、この規定を適用するに当たってはITU-Rの最新の関連する勧告を十分尊重しなければならない、と規定されている。

- 6 765–6 795 kHz (中心周波数 6 780 kHz)
- 433.05–434.79 MHz(中心周波数 433.92 MHz) § 5.280に規定する国を除く第1地域のみ
- 61–61.5 GHz (中心周波数 61.25 GHz)
- 122–123 GHz (中心周波数 122.5 GHz)
- 244–246 GHz (中心周波数 245 GHz)

米国における電子機器規制の状況

無線機に限らず電波を放射するすべての民生用電気・電子機器は、連邦通信委員会(FCC)の認可なしには米国市場に流通させることが出来ない。

低出力無線機器(免許不要で運用できるもの)は連邦規則(CFR) Title 47(電気通信)のPart 15に、またISM機器はPart 18にそれぞれ規定されている。

	種類	説明	例	規定	許可手続
1	非意図的放射装置 Unintentional Radiators	機器内ではその機能を果たすために高周波電流を使用するが、意図的には電波を放射しないもの	受信機、情報機器、デジタル機器、スイッチング電源、電力線通信	Part 15 B	検証(自己確認)、適合宣言(認定試験所を使用した自己宣言)、または認証
2	意図的放射装置 Intentional Radiators	本来的に電波を発射して、その機能を果たすもの	免許不要の低出力無線通信機器	Part 15 C, 15 D等	認証(FCCまたはTCBによる)
3	付随的放射装置 Incidental Radiators	機器内では本来的に高周波電流を使わないが、付随的に電波を放射するもの	DCモーター、機械的照明スイッチ	Part 15は原則のみ	検証(自己確認)
4	ISM機器 Industrial, scientific & medical equipment	高周波エネルギーを発生し、局所的に利用する工業・科学・医療・家庭用等の機器	高周波加熱、放電加工、MRI、IH調理器、電子レンジ	Part 18	検証(自己確認)

(参考) 米国におけるISM機器の放射妨害波の技術基準

CFR47 Part18より、ISM機器の放射妨害波許容値の抜粋を示す。

機器	RF電力	周波数	放射電磁界強度許容値	測定距離
全ての ISM機器	500W未満	ISMバンド以外 を使用する場合	15 $\mu\text{V}/\text{m}$	300m
	500W以上		15 $\times\sqrt{P/500}$ $\mu\text{V}/\text{m}$ 10 $\mu\text{V}/\text{m}$	300m 1,600m
	500W未満	6.78MHz、 13.56MHz等ISM バンドを使用	25 $\mu\text{V}/\text{m}$ @300m	300m
	500W以上		25 $\times\sqrt{P/500}$ $\mu\text{V}/\text{m}$ 10 $\mu\text{V}/\text{m}$	300m 1,600m
超音波 機器	500W未満	490kHz未満	2,400/F(kHz) $\mu\text{V}/\text{m}$	300m
	500W以上		2,400/F(kHz) $\times\sqrt{P/500}$ $\mu\text{V}/\text{m}$	300m
	—	490-1,600kHz	2,400/F(kHz) $\mu\text{V}/\text{m}$	30m
	—	1,600kHz以上	15 $\mu\text{V}/\text{m}$	30m
IH調理器	—	90kHz以下	1,500 $\mu\text{V}/\text{m}$	30m
	—	90kHz以上	300 $\mu\text{V}/\text{m}$	30m

欧州における近距離無線応用等の規制状況

- SRD機器（近距離無線応用）
全ての無線通信機器は、R&TTE指令に基づく整合規格を満たす必要がある。SRD機器に関しては、ETSIにおいて制定されたEN 300 330-1等の整合規格が規定されている。
- ISM機器
ISM機器はEMC指令に基づく整合規格を満たさなければならない。
EMC指令に対する整合規格はCENELECが制定している。
ISM機器に関するEN 55011等は、CISPR規格とほぼ同一内容となっている。

(参考)SRD機器の放射電力の許容値 (EN 300 330-1より抜粋)

	10mの距離における磁界強度 (dB μ A/m @ 10m)	備考
不特定の利用に関する基準		
148.5 kHz - 30 MHz	-5	非ISMバンド
6.765 - 6.795 MHz	42	ISMバンド
13.553 - 13.567 MHz	42	ISMバンド
誘導応用に関する基準		
148.5 kHz - 30 MHz	-5	非ISMバンド
6.765 - 6.795 MHz	42	ISMバンド
13.553 - 13.567 MHz	42	ISMバンド
13.553 - 13.567 MHz	60	RFIDと万引防止装置のみ

妨害波に関する国際的規定

(1) ITU-R

ITU-RではISM機器の放射妨害波の許容値及び測定法に関して、CISPRとの連携を勧告している。

(2) CISPR

IEC/CISPR(無線障害特別委員会)は、無線障害の原因となる各種機器からの不要電波(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設置。

無線妨害波測定法、ISM機器をはじめ、電力線、鉄道、自動車、家電、情報機器等からの妨害波許容値を検討している。CISPRの標準規格に強制力はないが、国際的な総意であることを踏まえ、各国は準じた形で国内法で規律を行っている。

我が国では情報通信審議会の答申に基づき、技術基準を整合させている。

ISM機器からの妨害波に関するCISPR規格における 機器分類

(*)一部のISM機器は
CISPR14,15に規定

- ISM機器のエミッション許容値は**CISPR11(*)**に規定されている
- ISM機器を機器の目的別に2つのグループに、また電源環境により2つのクラスに分類

		クラスA	クラスB
		工業用電源環境	家庭用施設・住居用電源に接続するもの
グループ1	グループ2以外のもの	試験装置、電気医療装置、科学装置、半導体電力変換装置、動作周波数が9 kHz以下の工業用電気加熱装置、機械工具、工業プロセス測定制御装置、半導体製造装置	
グループ2	材料の処理、検査、分析のために高周波エネルギーを使用するもの	マイクロ波給電UV照射機器、マイクロ波照明機器、動作周波数9 kHzを超える工業用誘導加熱装置、家庭用誘導加熱調理器、誘電加熱装置、工業用マイクロ波加熱装置、家庭用電子レンジ、電気医療機器、電気溶接装置、放電加工装置、教育訓練のための実演模型	

ISM機器の放射妨害波に関する技術基準(CISPR11より抜粋)

放射妨害波の規定を詳細にみると、30MHz以下では許容値も測定法も定まっていない周波数領域がある。この領域はワイヤレス給電等今後のニーズが見込まれることから、技術基準の早期の確立が望まれる。

周波数帯	対象	放射電磁界強度許容値(QP値)	測定距離
~150kHz	グループ1, 2	30MHz以下には許容値がない	
150~30MHz	グループ1		
	グループ2 クラスB	39~3dB μ A/m 周波数の対数に直線的に減少	3m
30~230MHz	グループ1 クラスB	30dB μ V/m 40dB μ V/m	10m 3m
	グループ2 クラスB	30dB μ V/m (81MHz帯、135MHz帯は20dB緩和) 40dB μ V/m	10m 3m
9~70kHz	IH電磁調理器	69dB μ A/m	3m
70~1,485kHz		69~39dB μ A/m 周波数の対数に直線的に減少	3m
1,485kHz~4MHz		39~3dB μ A/m 周波数の対数に直線的に減少	3m
4~30MHz		3dB μ A/m	3m

3. 今後の課題

今後、良好な電波環境の維持・改善のために、以下の課題が挙げられる

- 我が国特有の事情にも配慮しつつ、近距離無線応用・高周波利用設備に関する技術基準の国際的な規格作りの推進
- 不要電波を放射する機器を電波法で規律するなどの制度の拡充
- 高周波利用設備も含む近距離無線応用の干渉軽減技術、30MHz以下における放射測定法の確立、デジタル機器の妨害評価のありかた等の技術開発の支援 →CISPRにおける研究の加速