

ワイヤレス電力伝送技術の 利用に関するガイドライン

GUIDELINES FOR THE USE OF WIRELESS POWER TRANSMISSION/TRANSFER TECHNOLOGIES

技術資料 TECHNICAL REPORT

BWF TR-01 2.0 版

2011 年 4 月 26 日

策 定

2013 年 4 月 25 日

2.0 版改定

ブロードバンドワイヤレスフォーラム

まえがき

ブロードバンドワイヤレスフォーラムは、新たな無線通信技術を用いたシステムやサービスの早期実用化及び国際展開を図るため、新たな無線通信技術に関する研究開発及び調査、情報の収集、関係機関との連絡調整、普及啓発活動などを行い、新たな電波利用システム及びサービスの健全な発展に寄与することを目的として2009年7月3日に設立され、種々の無線通信技術について活動しており、その活動の成果のうち技術情報を「技術資料」として策定し公開している。

本技術資料は、「ワイヤレス電力伝送技術の利用」について策定したものであり、新たなワイヤレス電力伝送技術が進展し、早期の実用化が期待される状況において、当該技術を用いた製品の製造業者及び当該技術によるサービスを提供する事業者が遵守すべき基本事項を定め、その利用者の利便性の向上を図るとともに、安全性を保証することを基本とするガイドラインである。

本技術資料が、機器製造業者、サービス提供事業者、試験機関、利用者等に積極的に活用されることを希望する。

目 次 (Contents)

項 目	頁
1. 適用範囲 Scope	4
2. 適用規則及び準拠文書 Applicable regulations and normative references	5
2.1 適用規則 Applicable regulations	5
2.2 準拠文書 Normative references	5
3. 定義 Definitions	6
4. 一般要求事項 General requirement	9
5. 試験のための一般条件 General requirement for the tests	9
6. 分類 Classification	10
7. 表示及び取扱説明 Marking and instructions	12
8. 利用条件 Conditions for the use	12
8.1 本ガイドラインで参照する電波法令	12
8.1.1 本ガイドラインが対象とする許可を要しない高周波利用設備の要件	12
8.2 ワイヤレス電力伝送技術を用いた機器やシステムの安全対策	12
8.2.1 安全対策の基本	12
8.2.2 ワイヤレス電力伝送特有の安全対策	13
8.3 電波防護指針への対応	14
8.3.1 原則	14
8.3.2 周波数帯別のばく露評価すべき項目	15
8.3.2.1 [周波数帯 A] 10kHz～100kHz の周波数帯における評価すべき項目	16
8.3.2.2 [周波数帯 B] 100kHz～10MHz の周波数帯における評価すべき項目	17
8.3.2.3 [周波数帯 C] 10MHz を超える周波数帯における評価すべき項目	17
8.3.3 評価法・測定法の選択のための推奨フローチャート	18
附属書 A (参考) 電波法の関連規定の抜粋	21
附属書 B (参考) 電波法施行規則の関連規定の抜粋	22
附属書 C (参考) 平成 11 年郵政省告示第 301 号	24
附属書 D (参考) 平成 11 年郵政省告示第 300 号	26
附属書 E (参考) 発熱等に対する安全対策の実施	34
附属書 F (参考) 電波防護指針に関する解説	36
附属書 G (参考) ばく露計算の例	46
付録 1 50W 超のワイヤレス電力伝送	48
参考規格	50

ワイヤレス電力伝送技術の利用に関する ガイドライン

GUIDELINES FOR THE USE OF WIRELESS POWER TRANSMISSION/TRANSFER TECHNOLOGIES

1. 適用範囲 Scope

「ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドライン（以下「本ガイドライン」という。）」は、以下の性能を有するワイヤレス電力伝送の機器に適用する。

- ・送電電力： 50W 以下
- ・電力伝送距離： 数 m 以下
- ・利用周波数： 10kHz～10MHz、13.56MHz 帯（ISM 帯）、27.12MHz 帯（ISM 帯）及び 40.67MHz 帯（ISM 帯）
- ・利用する機器、電力伝送方式： 問わない

本ガイドラインの改定時点においては、上記の性能とは異なるワイヤレス電力伝送技術の検討や研究開発が行われており、標準化も検討されている。今後、本ガイドラインは技術開発、制度整備、標準化等の進展に応じて見直し、必要に応じて更なる改定を行うこととする。

備考 1. 本ガイドラインの適用に際しては、次のことに注意すること。

- － 本ガイドラインにおいては、ワイヤレス電力伝送技術の利用シーンを「**6. 分類**」に示すように分類しており、「2.0 版」においては利用シーン 1 及び 2 並びに利用シーン 5 の送電電力 50W 以下に該当するものについて規定している。
- － その他の利用シーンについても種々の検討が進められており、利用シーンを「**6. 分類**」における利用シーン 3 及び 4 並びに利用シーン 5 の送電電力 50W 超に該当するものについては、本ガイドラインでは規定しないが、制度化等ための参考情報として付録 1 を添付している。
- － 「**8.2** ワイヤレス電力伝送技術を用いた機器やシステムの安全対策」及び「**8.3** 電波防護指針への対応」の記述内容は、利用シーン 1 及び 2 並びに利用シーン 5 の送電電力 50W 以下だけに限定せず、より広範囲の利用シーンにおいても適用される。
- － 本ガイドラインは、策定時の日本における法・規則等に適合することを前提に規定しているが、ワイヤレス電力伝送技術が国内外において幅広く利用拡大していくことも想定している。
- － 海外においては、各国の法・規制等によって追加要求事項が課されることもあり得る。

備考 2. 次に掲げる装置は、既存電波法制度の下で、それぞれ「誘導式読み書き通信

設備」及び「移動体識別用の無線設備」として規定されており、本ガイドラインは適用しない。

- － 非接触 IC カードの読取書込装置
- － 受動型 RFID の質問装置

2. 適用規則及び準拠文書 **Applicable regulations and normative references**

2.1 適用規則 **Applicable regulations**

次に掲げる法・規則等が、本ガイドラインが対象とするワイヤレス電力伝送に適用される。本ガイドラインに記載する条件と以下の法・規則等との間に解釈の相違が発生した場合は、当該法・規則等の有権解釈を優先する。

- [1] 電波法（昭和 25 年 5 月 2 日法律第 131 号）（附属書 A 参照）
- [2] 電波法施行規則（昭和 25 年 11 月 30 日電波監理委員会規則第 14 号）（附属書 B 参照）
- [3] 電波法施行規則別表第 2 号の 2 の 2 注 3 の規定に基づく 10 k Hz を超え 100 k Hz 以下の周波数における電波の強度の値及び人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値（平成 11 年 4 月 27 日郵政省告示第 301 号）（附属書 C 参照）
- [4] 電波法施行規則第 21 条の 3 第 2 項の規定に基づく無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法（平成 11 年 4 月 27 日郵政省告示第 300 号）（附属書 D 参照）

注：[3] に示す告示が参照している電波法施行規則別表第 2 号の 2 の 2 の表番号は、平成 13 年 4 月現在、別表第 2 号の 3 の 2 に変更されている。

2.2 準拠文書 **Normative references**

次に掲げる規格等の文書は、本ガイドラインに引用されることによって、本ガイドラインの規定の一部を構成する。これらの文書のうちで発効年又は発行年を付記してあるものについては、記載の年の版だけがこの規定を構成するものであって、その後の改正版・追補には適用しない。発効年又は発行年を付記していない準拠文書は、その最新版（追補を含む）を適用する。

- [5] 電波防護指針（郵政省電気通信技術審議会答申（平成 2 年 6 月）：諮問第 38 号「電波利用における人体の防護指針」）
- [6] 電波防護指針（郵政省電気通信技術審議会答申（平成 9 年 4 月）：諮問第 89 号「電波利用における人体防護の在り方」）
- [7] ICNIRP ガイドライン Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)
- [8] IEEE std C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz.
- [9] IEC 62311: Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz).
- [10] IEC 62233: Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure.
- [11] IEC 60990: Methods of measurement of touch current and protective conductor current.
(接触電流及び保護導線電流の測定)

[12] IEC 60335-1: Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1 : General requirements (家庭用及びこれに類する電気機器の安全性—第1部：一般要求事項)

[13] IEC 60950-1: Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements (IT機器の安全性—第1部：一般要求事項)

3. 定義 Definitions

本ガイドラインで用いる主な用語の定義は、次による。

- 3.1 **ワイヤレス電力伝送 (Wireless power transmission/transfer)** : 導電体で接続されていない2つ又はそれ以上の装置の間で、電磁的手段により電気エネルギーを送り、又は受けることをいう。
- 3.2 **送電電力 (Transmitted power)** : ワイヤレス電力伝送において、送電側から送出される電力をいう。
- 3.3 **電力伝送距離 (Power transmission distance)** : ワイヤレス電力伝送において、電磁界を発生させる送電側の部品と電磁界を受ける受電側の部品のそれぞれの中心の間の距離をいう。当該部品が樹脂等で覆われている場合は、送電側と受電側の部品の表面間の距離をいう場合がある。
- 3.4 **電力伝送方式 (Type of power transmission)** : ワイヤレス電力伝送において、電力伝送のための電磁界の発生及び送受間の結合の方式をいう。電磁誘導方式、磁界共鳴方式、電界共鳴方式、電波放射方式等がある。
- 3.5 **利用周波数 (Transmission frequency)** : ワイヤレス電力伝送において、電気エネルギーを送る電磁界の周波数をいう。送受間でこれとは異なる周波数で情報伝送を行う場合がある。
- 3.6 **ISM帯 (Industrial, Scientific and Medical band)** : 国際電気通信憲章に規定する無線通信規則に規定されている産業科学医療用の周波数帯をいう。ただし、日本では適用されない周波数帯がある。
- 3.7 **高周波利用設備 (High frequency-based equipment)** : 電波法第100条第1項に規定されている、10kHz以上の高周波電流を利用する特定の設備をいう。
- 3.8 **誘導式通信設備 (Inductive radio communication equipment)** : 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高周波利用設備をいう。
- 3.9 **送電側 (Transmission side)** : ワイヤレス電力伝送において、電力を送る側をいう。
- 3.10 **受電側 (Reception side)** : ワイヤレス電力伝送において、電力を受ける側をいう。
- 3.11 **温度上昇限界 (Temperature rise limit)** : 機器の動作時に生じる機器の表面及び周囲並びに送受間に挟み込まれた異物の表面の温度上昇に関して、本ガイドラインで規定する許容可能な限界値をいう。温度上昇の基準の温度は、25℃としている。
- 3.12 **異物 (Alien substance)** : 電力伝送には不要で、偶発的に送電側と受電側の間に存在

する物体をいう。

- 3.13 **試験片 (Test piece)** : 特に金属の異物を想定し、試験用に形状を定義された金属片をいう。
- 3.14 **コイル (Coil)** : 磁界を利用したワイヤレス電力伝送において、電力の送受を司る送電側及び受電側のコイルをいう。本ガイドラインでは、同じ目的で用いられるコイル以外の形状の電極や送電アンテナ、受電アンテナもコイルと同等に扱う。なお、機器内部に内蔵されて表からは識別できない場合があるので、本ガイドライン適用時には何らかの手段でコイルの位置を確認する必要がある場合がある。
- 3.15 **コイル面 (Coil plane)** : コイルの軸に垂直な面のうち、コイルの形状の中心点を含みコイルの外周がこの面に垂直に投影される部分をいう。機器表面にコイルが露出していない場合は、コイルが内蔵されている機器の表面のうちコイルの軸に垂直な面の全体をコイル面として扱う。
- 3.16 **電波防護指針 (Radio-radiation protection guidelines)** : 電波利用において人体が電磁界（周波数範囲は、10kHz から 300GHz までに限る。）にさらされるとき、その電磁界が人体に不要な生体作用を及ぼさない安全な状況であるために推奨される指針をいう。電磁界強度等に関する数値、電磁界の評価方法及び電磁界照射を軽減する防護方法から構成される。[5]
- 3.17 **基礎指針 (Basic guidelines)** : 人体が電磁界にさらされるとき、人体に生じる各種の生体作用（深部体温上昇、電流刺激、高周波熱傷等）に基づいて、人体の安全性を評価するための指針をいう。電波防護指針の考え方の根拠として位置づけられ、SAR、誘導電流、接触電流等で記述される。[5]
- 3.18 **管理指針 (Administrative guidelines)** : 基礎指針を満たすための実測できる物理量（電界強度、磁界強度、電力密度、電流及び比吸収率）で示した、実際の評価に用いる指針をいう。電磁界強度指針、補助指針及び局所吸収指針から構成される。[5]
- 3.19 **電磁界強度指針 (Electromagnetic field strength guidelines)** : 対象とする空間における電界強度、磁界強度及び電力密度によって、当該空間の安全性を評価するための指針をいう。放射源が十分遠方にあり、人体の位置する空間の至近距離に金属等の電波を散乱させる物体がなければ、その位置における人体内部の電磁現象は、その空間に人体が存在しない場合に測定した電界強度及び磁界強度とほぼ一定の関係があるとみなすことができる。このような条件下では、人体の存在しない空間における電磁界強度を用いて防護指針が設定できる。この指針を電磁界強度指針と呼ぶ。防護指針の対象となる電磁界は、通常、近傍界又は不均一であるため、電磁界強度指針をそのまま適用できる状況は限られている。このような条件を満たさない電磁環境では、空間のみを対象とした評価が適切でない場合がある。このような場合は、基礎指針に立ち返った評価を行う必要がある。[5]
- 3.20 **補助指針 (Supplementary guidelines)** : 電磁界強度指針を満足しない場合において、基礎指針に従った詳細評価を行うために使用する指針をいう。電磁界にさらされる状況

(不均一、局所、表面等)、対象とする生体作用(接触電流及び誘導電流)、電波発射源の属性(空中線電力及び周波数帯)が明らかな場合は、これらの状況に基づき電磁界強度指針の適用を緩和又は除外する形で表わした指針である。

また、基礎指針には測定できない量による表現が含まれているため、電磁放射源と人体の相互関係の問題すべてに対して基礎指針による評価を行うとなると、防護指針としての現実的な活用が期待できない。そこで、この問題に現実的に対処するため、測定可能な評価量による指針を設ける必要がある。この指針を補助指針と呼ぶ。補助指針は、基礎指針に基づき電磁界強度指針を補う形で示され、次の項目から構成される。

- (1) 人体が電磁界に不均一又は局所的にさらされる場合の指針
- (2) 接触電流に関する指針
- (3) 足首誘導電流に関する指針

なお、補助指針は基礎指針に代わる人体内部の電磁現象の簡易評価方法としての性格を有するものであって、本来、基礎指針で扱うべき問題であることを念頭に置く必要がある。[6]

3.21 局所吸収指針 (Partial body absorption guidelines) : 主に、身体に極めて近接して使用される無線機器等から発射される電磁波により、身体の一部が集中的に電磁界にさらされる場合において、基礎指針に従った詳細評価を行うために使用する指針をいう。[6]

3.22 管理環境 (Controlled environment) : 人体が電磁界にさらされている状況が認識され、電波の放射源を特定できるとともに、これに応じた適切な管理が行える条件を指す。[6]

3.23 一般環境 (General environment) : 人体が電磁界にさらされている状況の認識や適正管理等が期待できず、不確定な要因があるケース(環境)を指す。一般の居住環境等において住民が電磁界にさらされているケース等がこれに該当する。このため、適用する指針においては、一般環境は管理環境に比べ厳しい値となっている。[5]

3.24 均一ばく露 (Homogeneous exposure) : 人体が存在する空間領域の電磁界がほぼ均一とみなせる場合であり、全身がその電磁界にさらされることをいう。この場合は、自由空間インピーダンスが $120\pi[\Omega]$ とならない場合も含まれる。自由空間中では、波源からの距離が身長に比べ十分大きい場合(例えば、0.3MHz以下の周波数では15m以上、0.3MHzから300MHzまでの周波数では10m以上、300MHz以上の周波数では5m以上)であれば均一とみなす。[5]

3.25 不均一ばく露 (Inhomogeneous exposure) : 均一ばく露とみなせない場合をいう。[5]

3.26 局所ばく露 (Partial body exposure) : 体の一部が集中的に電磁界にさらされる場合をいう。人体の大きさより小さいアンテナのごく近傍での照射や波長の短い電波によるスポット的な照射などの場合を含む。[5]

3.27 全身ばく露 (Whole body exposure) : 局所に偏らず全身が電磁界にさらされる場合をいう。必ずしも均一とは限らないが局所ばく露ではない場合に相当する。[5]

3.28 平均時間 (Averaging duration) : 指針値への適合性を評価するために、着目した生体

作用に基づき設定した測定のための時間をいう。電波防護指針で用いる平均時間は、刺激作用においては1秒以内、熱作用においては6分間である。[5]

3.29 **比吸収率 (SAR: Specific Absorption Rate)** : 生体が電磁界にさらされることによって単位質量の組織に単位時間に吸収されるエネルギー量をいう。SAR を全身にわたり平均したものを「全身平均 SAR」、人体局所の任意の組織 1g 又は 10g にわたり平均したものを「局所 SAR」という。[6]

3.30 **接触電流 (Contact current)** : 電磁界中に置かれた非接地導電物体に、接地された人体が触れることによって接触点を介して流れる電流をいう。[5]

3.31 **接触ハザード (Contact hazard)** : 接触電流を生じさせるような潜在的な状況をいう。[5]

3.32 **誘導電流 (密度) (Induced current (density))** : 人体が電磁界にさらされることにより人体内部に誘導される電流 (密度) をいう。[5]

3.33 **非接地条件 (Ungrounded condition)** : 誘導電流が大地へ流れないような大地の影響が無視できる条件をいう。例えば、素足の場合は大地より 10cm 以上離れた状態である。[5]

3.34 **遠方界 (Far field)** : 電磁波源からの距離が、 $2D^2/\lambda$ 又は $\lambda/2\pi$ のいずれよりも遠い領域にあり、反射又は散乱がない状態の電磁界をいう。ここで、D はアンテナの最大寸法、 λ は自由空間波長とする。[5]

3.35 **近傍界 (Near field)** : 遠方界とならない領域の電磁界をいう。[5]

3.36 **電磁界プローブ (Electromagnetic field probe/sensor)** : 物理的に微小なダイポールアンテナ又はループアンテナを 2 軸又は 3 軸に直交配置することによって等方性及び広帯域特性を持たせるとともに、高抵抗線などを用いて干渉特性等を改善したアンテナ系をいう。主に等方性広帯域電磁界強度計に用いる。[5]

3.37 **等方性 (Isotropy)** : 電磁波の入射方向に対して、その感度が依存しないようなプローブ (又はアンテナ) の特性をいう。[5]

4. 一般要求事項 General requirement

本ガイドラインを適用する機器は、使用される国の法律、規則等に適合し、かつ、通常使用時に起こりやすい不注意があっても、人体や周囲に危害をもたらさないように安全に機能する構造でなければならない。

この原則は、本ガイドラインに規定する関連の要求事項を満たすことによって達成され、かつ、適否は関連する試験をすべて行うことによって確認される。

5. 試験のための一般条件 General requirement for the tests

試験は、機器が使用される国の法律、規則等に定めがある場合はそれらに従って行い、定めがない場合は、本ガイドラインに特に規定がない限り IEC 等の国際標準又は適切な国内標準 (日本においては、JIS 等) の規定に従って行う。

6. 分類 Classification

本ガイドラインにおいては、ワイヤレス電力伝送技術を利用する機器を表 6-1 の利用シーンによって分類し、利用シーン 1 及び 2 並びに利用シーン 5 の送電電力 50W 以下に該当するものに本ガイドラインの規定を適用している。

表 6-1 ワイヤレス電力伝送技術の利用シーン

利用シーン	想定する利用シーン	具体的な適用例	その利用シーンの仕様・機能など
利用シーン 1	家庭内・屋外でのデジタル家電等の近接ワイヤレス電力伝送	①携帯電話、スマートフォン ②ノート PC、タブレット PC ③壁掛け TV、ポータブル TV ④デジカメ、ビデオカメラ ⑤携帯型プレーヤー ⑥音響機器（スピーカー、ヘッドホン等） ⑦照明機器 ⑧産業機器 ⑨医療機器、ヘルスケア機器 ⑩ゲーム機器、玩具 ⑪車載機器 ⑫業務用機器 等へのワイヤレス電源供給、無線充電	①周波数：10kHz～10MHz、ISM 帯（13MHz、27MHz、40MHz） ②送電電力：～50W ③電力伝送距離：～10cm 程度
利用シーン 2	家庭内・屋外でのデジタル家電等の小電力ワイヤレス電力伝送	①携帯電話、スマートフォン ②ノート PC、タブレット PC ③壁掛け TV、ポータブル TV ④デジカメ、ビデオカメラ ⑤携帯型プレーヤー ⑥音響機器（スピーカー、ヘッドホン等） ⑦照明機器 ⑧産業機器 ⑨医療機器、ヘルスケア機器 ⑩ゲーム機器、玩具 ⑪車載機器 ⑫業務用機器 等へのワイヤレス電源供給、無線充電	①周波数：10kHz～10MHz、ISM 帯（13MHz、27MHz、40MHz） ②送電電力：～50W ③電力伝送距離：～数 m
利用シーン 3	家庭内・屋外での家電等の中電力ワイヤレス電力伝送	①据置型家電（冷蔵庫、洗濯機、エアコン等） ②発熱系家電（ドライヤー、アイロン、炊	①周波数：10kHz～10MHz、ISM 帯（13MHz、27MHz、40MHz）

		飯器、ホットプレート等) ③掃除機 ④AV家電機器（大型TV等） ⑤理美容機器 ⑥高出力照明機器 ⑦電動カート、電動2輪車 等へのワイヤレス電源供給、無線充電	②送電電力：50W～数kW ③電力伝送距離：～数10cm
利用シーン4	大電力ワイヤレス電力伝送	①電気自動車（プラグイン型ハイブリッド車を含む）へのワイヤレス電源供給、無線充電	①周波数：20kHz～150kHz ②送電電力：1kW～数10kW ③電力伝送距離：～30cm程度
		②トラム（路面電車）等へのワイヤレス電源供給、無線充電	①周波数：数kHz～数100kHz ②送電電力：数kW～数10kW ③電力伝送距離：～30cm程度
		③産業機器応用（工場等）	
利用シーン5	マイクロ波を利用した各種ワイヤレス電力伝送	①ワイヤレスセンサー（環境モニタリング等）へのワイヤレス電力供給	①周波数：ISM帯（2.4GHz帯、5.8GHz帯、24GHz帯）
		②照明機器	②送電電力：～1kW
		③電力線が敷設困難な地域等への電力供給	③電力伝送距離：～1km程度
		④ポータブル機器（スマートフォン、タブレットPC等）へのワイヤレス電力供給	①周波数：ISM帯（2.4GHz帯、5.8GHz帯） ②送電電力：～50W ③電力伝送距離：～1cm程度（密着に近い状態）
		⑤無線通信リピータ等における、ワイヤレス電力伝送と高速無線通信との共用	①周波数：ISM帯（5.8GHz帯、24GHz帯）、60GHz帯、31.5GHz～54.25GHzの未利用周波数帯 ②送電電力：～50W ③電力伝送距離：～5m程度
		⑥電気自動車（プラグイン型ハイブリッド車を含む）へのワイヤレス電源供給、無線充電	①周波数：ISM帯（5.8GHz帯、24GHz帯）、31.5GHz～54.25GHzの未利用周波数帯 ②送電電力：500W～6kW ③電力伝送距離：2～9m程度

7. 表示及び取扱説明 Marking and instructions

本ガイドラインを適用する製造業者又は販売業者は、機器が本ガイドラインに適合していることを確認した上で、その機器又は取扱説明書にその旨の表示を行うことができる。

8. 利用条件 Conditions for the use

8.1 本ガイドラインで参照する電波法令

電波法では、電波法第 100 条第 1 項において設備の設置に許可を受けなければならない高周波利用設備が規定されている（附属書 A 参照）。本ガイドラインでは、当該規定の適用除外となる、許可を要しない高周波利用設備の要件に適合する機器を対象とする。

8.1.1 本ガイドラインが対象とする許可を要しない高周波利用設備の要件

電波法関連規則等の規定において、次のいずれかの場合は、8.1 節の適用除外の要件に適合する。

- － 通信設備以外の高周波利用設備であって、その高周波エネルギーが 50W 以下のもの（電波法施行規則第 45 条第 3 号から解釈（附属書 B 参照））
- － 誘導式通信設備（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）であって、 $\lambda/2\pi$ （ λ は搬送波の波長をメートルで表したものとし、 π は円周率とする。）の距離における電界強度が 15 μ V/m 以下のもの（電波法施行規則第 44 条第 1 項第 2 号（1）（附属書 B 参照））

なお、上記の要件を満たす場合であっても、他の無線設備の機能に継続的かつ重大な障害を与えるときは、障害除去に必要な措置を総務大臣が命ずることができることとなっている（電波法第 101 条で準用する同第 82 条第 1 項（附属書 A 参照））。このため、他の無線設備に障害を与えないよう配慮する必要がある。

8.2 ワイヤレス電力伝送技術を用いた機器やシステムの安全対策

本ガイドラインを適用するワイヤレス電力伝送機器やシステム類は、以下の安全対策を実施しなければならない。

8.2.1 安全対策の基本

ワイヤレス電力伝送技術を用いた機器やシステムは、基本的に電力を送受するための機器である。したがって、これらワイヤレス電力伝送機器は、電気製品としての安全性を具備する必要がある。

現在、多くの電気製品の安全を確保する目的から、必要最小限の安全対策として IEC 60335 : 「家庭用及びこれに類する電気機器の安全性 / Household and similar electrical appliances - Safety -」に則した安全対策を施すことが求められており、ワイヤレス電力伝送機器やシステムにおいても、基本的に IEC 60335 又は IEC 60950 : 「IT 機器の安全性 / Information Technology Equipment - Safety -」を満足することが安全対策の基本であり、こ

れを実施しなければならない。

なお、本ガイドラインでは対象となっていない電気自動車に関する製品規格、安全規格については、付録 1「50W 超のワイヤレス電力伝送」の「4. 標準化動向等」で示す標準化、規格化の審議が進められており、今後ガイドラインの改定等による適用範囲に電気自動車が対象となった場合には、これらを参照することも検討する。

8.2.2 ワイヤレス電力伝送特有の安全対策

ワイヤレス電力伝送技術を用いた機器やシステムは、従来の電気製品と異なる技術を活用しているため、特有の安全対策や危険回避の方法が求められる。

したがって、ワイヤレス電力伝送機器やシステムは、以下に示すような安全対策を施さなければならない。

8.2.2.1 受電対象の識別と電力伝送の制限

電力伝送装置(送電器)は、受電側(受電器)を特定する機能を有し、安全に電力伝送を行うこと。受電側を特定できない場合には、送電を行わないこと。なお、特定方法については問わない。

また、受電側(受電器)を特定できる場合であっても、適切な電力伝送ができない状態の場合は、電力伝送を行ってはならない。

8.2.2.2 電力伝送路間に挟まれた金属類の過熱防止対策

ワイヤレス電力伝送路間に金属類が挟まれ、この金属類が過熱されるようなワイヤレス電力伝送技術では、金属類の過熱限度は IEC 60335 に準じることとする。また、過熱されないような安全対策を施すこと。この対策には、危険を回避する方法としての金属類を検知する機能や、金属類が加熱される場合に電力伝送を停止する機能などが含まれる。

過熱を防止する対策として、挟まれた金属類の温度上昇を測定する方法については、附属書 E を参照のこと。

8.2.2.3 電力伝送装置(送電器)周辺や受電器周辺に置かれた金属類の過熱防止対策

電力伝送装置(送電器)周辺や受電器周辺に磁界を生じる方式においては、その周辺部に金属類があると過熱されるおそれがあるため、これら周辺にある金属類が過熱されないよう安全対策を施すこと。

8.2.2.4 人体等が電力伝送路間や近傍に存在する場合の安全対策

通常の使用状態にあるワイヤレス電力伝送機器やシステムにおいて、人体の一部又は全体が電力伝送路間や近傍に存在する場合は、電波法の人体防護指針や国際的なガイドライン等(本ガイドラインの 8.3 節に記載する)を満足するよう、安全対策を施さなければならない。このとき、人体の一部又は全体が近づくおそれのあるワイヤレス電力伝送機器やシステムは、使用者等に防護指針を超えることを報知したり、異常を感知し電力伝送を停止する、又は電力伝送出力の低減

を行うなどの機能を有しなければならない。

8.2.2.5 電力伝送路間に金属類以外の物体等が挟まれた場合の安全対策

ワイヤレス電力伝送路間に金属類以外の物体が挟まれると、正常な電力伝送が行われず、異常な漏えい電磁界等を生じるワイヤレス電力伝送機器やシステムの場合は、異常を感知し電力伝送を停止する、又は電力伝送出力を低減するといった機能を有しなければならない。

8.2.2.6 受電器側の位置に対する安全対策

電力伝送中に送電器と受電器の位置が限定されるワイヤレス電力伝送機器やシステムの場合は、これらの位置関係が設計仕様範囲外になった場合に、通常使用の状態以上の漏えい電磁界等を生じるおそれがあるため、電力伝送を停止する機能を有しなければならない。

8.2.2.7 電力伝送中の異常運転対策

電力伝送中に、送電側・受電器側の異常、故障等により、設計仕様範囲以上に電力負荷が増大するなどの設計仕様から逸脱した運転が発生した場合は、電力伝送を停止する、又は電力伝送出力を低減するといった機能を有しなければならない。

8.2.3 他の方式を利用したワイヤレス電力伝送の安全対策

前述以外の電力伝送方式における安全対策として、その電力伝送方式特有の安全対策を必要とする場合について、以下に示す。

8.2.3.1 マイクロ波を利用したワイヤレス電力伝送の安全対策

8.2.2.1 節から 8.2.2.7 節に規定するものに加えて、以下の安全対策を施すこと。

送電アンテナと受電アンテナ間に人体が入り、影響を及ぼすおそれのある条件下では、人体の検知、侵入防止、人体が侵入できない構造等の危険回避策、安全対策を施すこと。

また、送受電アンテナ間以外に漏えいするサイドローブ等が設計仕様以上に大きくなることを防ぐ対策を施さなければならない。

8.2.3.2 電界結合を利用したワイヤレス電力伝送の安全対策

電界結合を利用するワイヤレス電力伝送においては、その構成部に人体が接触する場合があります。感電するおそれがあるため、人体の接触を防ぐ、人体接触時に電力伝送を停止する等の安全機能を有しなければならない。

8.3 電波防護指針への対応

8.3.1 原則

本ガイドラインを適用する機器にあつては、通常の利用状況・使用環境において、機器が発生する電磁界により生体に有害な影響を与えないことを、測定等の科学的評価手法により確認しな

なければならない。

国内においては、旧郵政省の電気通信技術審議会が答申した電波防護指針（総務省の情報通信審議会が将来指針を改訂した場合は、その最新版）に従うことを原則とする。

一方、国際的には、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）のガイドライン及び米国電気電子学会（IEEE）国際電磁安全委員会（ICES）の標準が権威ある基準として参照されることから、必要に応じ、これらの最新版に従うこととする。

注：以下、国内の電波防護指針を「国内指針」、ICNIRP のガイドラインを「ICNIRP 指針」、IEEE の標準を「IEEE 指針」と略称する。また、それぞれの指針の抜粋を附属書 F に参考として示す。

8.3.2 周波数帯別のばく露評価すべき項目

電磁界ばく露は周波数帯により影響が異なる。そのため、周波数帯毎に適用すべき指針値、評価法・測定法を明らかにする必要がある。また、評価法・測定法は、ワイヤレス電力伝送機器の実装が多様であり、機器と人体との距離関係は多くのケースが考えられるため1つに絞ることは難しい。このため、本ガイドラインでは周波数帯毎に、複数の評価法・測定法から適切なものを選択するための手順を示すこととした。本ガイドラインの利用者は、適切と考える指針値、評価法・測定法を選択し、通常の利用において考えられる条件において評価を行うべきである。そして、データにはそのときに使用した評価法・測定法、評価条件を明示することとする。

注：以下の周波数帯の区分は、国内指針及び ICNIRP 指針に対応するものである。IEEE 指針は区分が異なる。詳しくは附属書 F を参照のこと。

表 8.3.2 ばく露評価すべき項目の周波数帯による区分

相当する 利用シーン		利用シーン 1 及び 2			利用シーン 3			利用シーン 4 のうち①電気自動車	
周波数帯		A	B	C	A	B	C	A	B
送電電力		～50W			50W～数 kW			1kW～数 10kW	
伝送距離		～数 m			～数 10cm 程度			～30cm 程度	
評価 す べ き 項 目	刺激作用	①			①			⑤	
	熱作用	②	③		②	③		⑥	⑦
	接触電流	④			④			⑧	
	誘導電流		⑨			⑨			⑨

ここで、周波数帯 A、B、C は以下の範囲を指す。

周波数帯 A	10kHz	～	100kHz
周波数帯 B	100kHz	～	10MHz
周波数帯 C	13.56MHz、	27.12MHz、	40.67MHz

多くの場合、ワイヤレス電力伝送機器から放射される周囲の電磁界は、不均一な電磁界分布又は人体が局所的に電磁界にさらされる場合に相当すると考えられる。このことに留意してばく露評価すべき項目を、周波数帯毎に解説する。

8.3.2.1 [周波数帯 A] 10kHz～100kHz の周波数帯における評価すべき項目

(1) 刺激作用に対応する項目 (①及び⑤)

測定可能な管理指針として、国内指針では電磁界強度で基準値が与えられている。

附属書 F の附表 F-1 は、刺激作用による平均時間 1 秒未満での電界及び磁界の空間平均値の規定である。

電磁界が不均一又は人体が局所的にさらされる場合、電磁放射源及び金属物体から 20cm 以上離れた空間において、人体の占める空間に相当する全領域の電力密度分布の空間的な平均値（電界強度又は磁界強度の場合は自乗平均値の平方根である）が、対応する電磁界強度指針以下であることとされている。

ただし、人体から 20cm 以内の空間で使用する機器等については、その状況ごとに個別の判断が必要となる。基礎指針を超えるおそれがある場合には、基礎指針に基づく評価を行なうことが望ましいとされる。

ICNIRP の 2010 年に改訂された低周波数帯の指針では、この周波数帯では刺激作用のみが規定される。測定可能な参考レベルを附表 F-3 に示す。

身体から数 cm の距離にある非常に局所的な発生源については、個別にばく露評価で誘導電界を決定すること。距離が 20cm を超えると、電磁界分布は非一様ながら、身体に沿う空間平均を求めることが可能となる。局所的ばく露は参考レベルを上回ってもよいが、基本制限は超えてはならないとされる。

(2) 熱作用に対応する項目 (②及び⑥)

国内指針では、熱作用に関しても規定されており、附表 F-2 に示す。

すなわち、国内指針では、この周波数帯では刺激作用と熱作用の両方の作用を考慮する必要がある。

ICNIRP 指針では、この周波数帯での熱作用の規定はない。

(3) 接触電流に関する項目 (④及び⑧)

国内指針、ICNIRP 指針ともこの周波数帯で評価が必要とされている。

国内指針では、接触電流について 10kHz～15MHz で指針値が与えられる。また、20cm 以内に近接するとき、局所吸収指針として、接触ハザードが防止されない場合、100kHz～100MHz で接触電流が規定される。

ICNIRP 指針では、接触電流は 2.5kHz～10MHz で規定されている。

また、IEEE 指針では 3kHz～110MHz で規定されている。

8.3.2.2 [周波数帯 B] 100kHz～10MHz の周波数帯における評価すべき項目

(1) 刺激作用に対応する項目 (①及び⑤)

国内指針では規定がないが、ICNIRP の 2010 年に改訂された低周波数帯の指針では、この周波数帯においても刺激作用による参考レベルが規定されている。(附表 F-3 参照)

すなわち、ICNIRP の 2010 年に改訂された低周波指針では、刺激作用と熱作用の両方の作用を考慮する必要がある。

(2) 熱作用に対応する項目 (③及び⑦)

国内指針、ICNIRP 指針とも熱作用に関して規定されており、それぞれ附表 F-2 と附表 F-3 に示す。

この周波数帯における評価法・測定法として IEC 62311 が参照されるべきである。

(3) 接触電流に関する項目 (④及び⑧)

国内指針、ICNIRP 指針ともこの周波数帯で評価が必要とされている。

国内指針では、接触電流について 10kHz～15MHz で指針値を与える。また、20cm 以内に近接するとき、局所吸収指針として、接触ハザードが防止されない場合、100kHz～100MHz で接触電流が規定される。

ICNIRP 指針では、接触電流を 2.5kHz～10MHz で与える。なお、IEEE 指針では 3kHz～110MHz で規定されている。

(4) 誘導電流に関する項目 (⑨)

国内指針、ICNIRP 指針ともこの周波数帯で評価が必要とされている。

国内指針では、足首誘導電流に関して 3MHz～300MHz で指針値を与える。

ICNIRP 指針では、ICNIRP1998 で、四肢に誘起される誘導電流を 10MHz～110MHz で与える。

8.3.2.3 [周波数帯 C] 10MHz を超える周波数帯における評価すべき項目

(1) 熱作用に対応する項目 (③)

国内指針、ICNIRP 指針とも熱作用に関して規定されており、それぞれ附表 F-2 と附表 F-3 に示す。

ICNIRP1998年版では、10MHz以上で全身平均SARの基本制限に基づき参考レベル（電界強度、磁界強度、磁束密度、等価平面波電力密度）を規定。ばく露された全身についての空間的平均値を評価。局所的なばく露では、局所SARを越えないこととされる。

(2) 接触電流に関する項目 (④)

国内指針、ICNIRP指針ともこの周波数帯で評価が必要とされている。

国内指針では、接触電流について10kHz～15MHzで指針値を与える。また、20cm以内に近接するとき、局所吸収規格として、接触ハザードが防止されない場合、100kHz～100MHzで接触電流が規定される。

ICNIRP指針では、接触電流を2.5kHz～10MHzで与える。なお、IEEE指針では3kHz～110MHzで規定されている。

(3) 誘導電流に関する項目 (⑨)

国内指針、ICNIRP指針ともこの周波数帯で評価が必要とされている。

国内指針では、足首誘導電流に関して3MHz～300MHzで指針値を与える。

ICNIRP指針では、ICNIRP1998で、四肢に誘起される誘導電流を10MHz～110MHzで与える。

8.3.3 評価法・測定法の選択のための推奨フローチャート

電磁界ばく露評価の手順は以下のとおりである。

(1) 適用する指針を決定する。(例：国内指針、ICNIRP指針等)

(2) 国内指針を適用する場合は、附属書Dに示す平成11年郵政省告示第300号に従い評価する。

もし、機器から20cm以内に人体が接近しうる場合には以下の手順とする。

状況毎に個別の判断が必要であるので、

(2-a) まず、最も接近した場合に人体が占める空間における最大の電磁界強度を評価する。

ここで電磁界強度指針を越えなければ適合である。

(2-b) もし電磁界強度が電磁界強度指針を越える点が存在するときは、IEC 62311の評価法を適用する。

(3) ICNIRP指針を適用する場合は、IECの標準測定法のうち、もし製品規格あるいは製品群規格がある場合は、それを適用する。ない場合には、水平規格であるIEC 62311を適用する。

以上の手順をフローチャートで示すと図8.3.3-1となる。

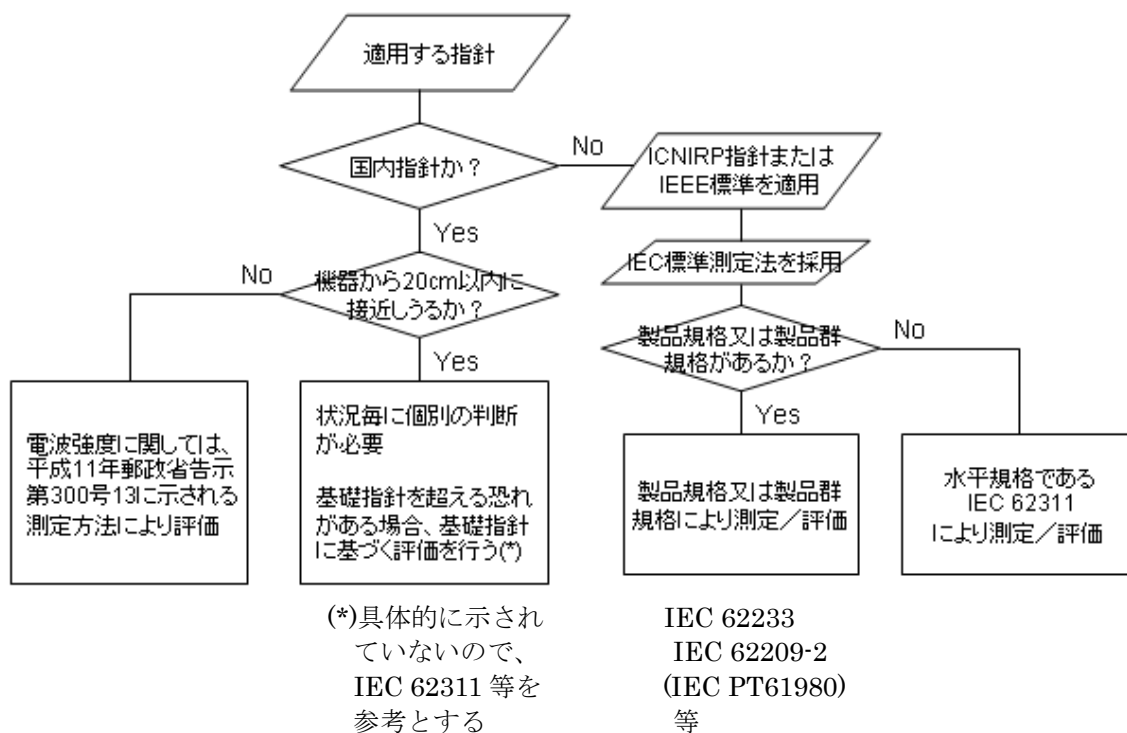


図 8.3.3-1 測定法/評価法の選定フローチャート (1)

注：

- (1) IEC 62233: Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure.
- (2) IEC 62209-2 : Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-Mounted Wireless Communication Devices – Human models, Instrumentation, and Procedures – Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30MHz to 6GHz).
- (3) IEC PT61980 : Electric vehicle wireless power transfer systems (草案)

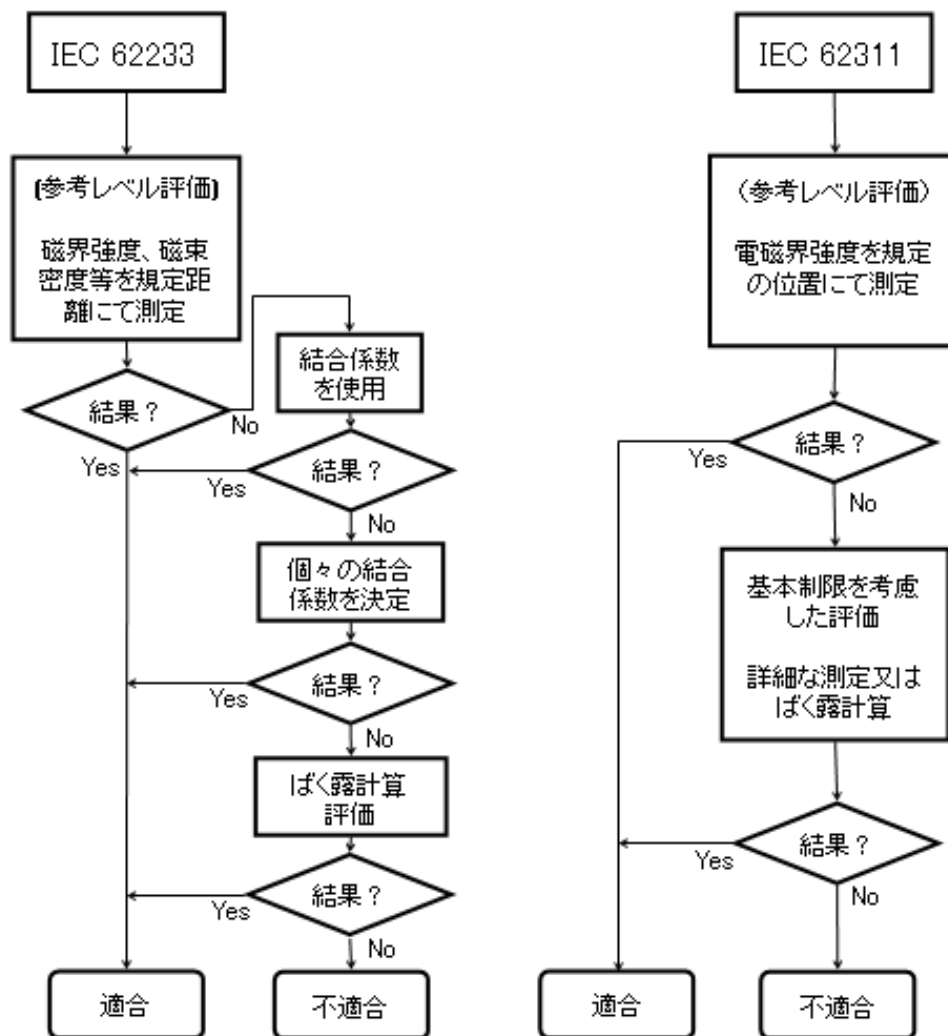


図 8.3.3-2 測定法/評価法の選定フローチャート (2)

IEC の製品群規格の 1 例として家電機器のばく露評価法である IEC 62233 及び水平規格 IEC 62311 の評価フローの概略を図 8.3.3-2 に示す。詳細はそれぞれの規格を参照のこと。

基本制限を考慮したばく露評価を行わなければならないケースに対しては様々な手法が提案されており、今後も最新の研究成果の反映が期待される場所である。本ガイドラインでは特定の手法を推奨しないが、利用者の参考のためばく露評価計算の実例を附属書 G に示す。

附属書 A (参考) 電波法の関連規定の抜粋

(高周波利用設備)

第百条 左に掲げる設備を設置しようとする者は、当該設備につき、総務大臣の許可を受けなければならない。

- 一 電線路に十キロヘルツ以上の高周波電流を通ずる電信、電話その他の通信設備（ケーブル搬送設備、平衡二線式裸線搬送設備その他総務省令で定める通信設備を除く。）
 - 二 無線設備及び前号の設備以外の設備であつて十キロヘルツ以上の高周波電流を利用するものうち、総務省令で定めるもの
- 2** 前項の許可の申請があつたときは、総務大臣は、当該申請が第五項において準用する第二十八条、第三十条又は第三十八条の技術基準に適合し、且つ、当該申請に係る周波数の使用が他の通信（総務大臣がその公示する場所において行なう電波の監視を含む。）に妨害を与えないと認めるときは、これを許可しなければならない。
- 3** 第一項の許可を受けた者が当該設備を譲り渡したとき、又は同項の許可を受けた者について相続、合併若しくは分割（当該設備を承継させるものに限る。）があつたときは、当該設備を譲り受けた者又は相続人、合併後存続する法人若しくは合併により設立された法人若しくは分割により当該設備を承継した法人は、同項の許可を受けた者の地位を承継する。
- 4** 前項の規定により第一項の許可を受けた者の地位を承継した者は、遅滞なく、その事実を証する書面を添えてその旨を総務大臣に届け出なければならない。
- 5** 第十四条第一項及び第二項（免許状）、第十七条（変更等の許可）、第二十一条（免許状の訂正）、第二十二条、第二十三条（無線局の廃止）、第二十四条（免許状の返納）、第二十八条（電波の質）、第三十条（安全施設）、第三十八条（技術基準）、第七十二条（電波の発射の停止）、第七十三条第四項及び第六項（検査）、第七十六条、第七十七条（無線局の免許の取消し等）並びに第八十一条（報告）の規定は、第一項の規定により許可を受けた設備に準用する。

(無線設備の機能の保護)

第百一条 第八十二条第一項の規定は、無線設備以外の設備（前条の設備を除く。）が副次的に発する電波又は高周波電流が無線設備の機能に継続的且つ重大な障害を与えるときに準用する。

附属書 B (参考) 電波法施行規則の関連規定の抜粋

第三章 高周波利用設備

第一節 通則

(通信設備)

第四十四条 法第百条第一項第一号の規定による許可を要しない通信設備は、次に掲げるものとする。

- 一 電力線搬送通信設備（電力線に一〇kHz以上の高周波電流を重畳して通信を行う設備をいう。以下同じ。）であつて、次に掲げるもの
 - (1) 定格電圧一〇〇ボルト又は二〇〇ボルト及び定格周波数五〇ヘルツ又は六〇ヘルツの単相交流を通ずる電力線を使用するものであつて、その型式について総務大臣の指定を受けたもの
 - (2) 受信のみを目的とするもの
 - 二 誘導式通信設備（線路に一〇kHz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をいう。以下同じ。）であつて、次に掲げるもの
 - (1) 線路から $\lambda/2\pi$ （ λ は搬送波の波長をメートルで表したものとし、 π は円周率とする。）の距離における電界強度が毎メートル一五マイクロボルト以下のもの
 - (2) 誘導式読み書き通信設備（一三・五六MHz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。以下同じ。）であつて、その設備から三メートルの距離における電界強度が毎メートル五〇〇マイクロボルト以下のもの
 - (3) 誘導式読み書き通信設備であつて、その型式について総務大臣の指定を受けたもの
- 2** 前項第一号の(1)の総務大臣の指定は、次に掲げる区分ごとに行う。
- 一 一〇kHzから四五〇kHzまでの周波数の搬送波を使用する次に掲げる電力線搬送通信設備
 - (1) 搬送式インターホン（音声信号を送信し、及び受信するものをいう。以下同じ。）
 - (2) 一般搬送式デジタル伝送装置（デジタル信号を送信し、及び受信するものであつて、四〇デシベル以上の減衰量を有するブロッキングフィルタにより他の通信に混信を与えないような措置が講じられた電力線又は他への分岐がない電力線を使用するものをいう。以下同じ。）
 - (3) 特別搬送式デジタル伝送装置（デジタル信号を送信し、及び受信するものであつて、使用する電力線に制限がないものをいう。以下同じ。）
 - 二 屋内において二MHzから三〇MHzまでの周波数の搬送波により信号を送信し、及び受信する電力線搬送通信設備（以下「広帯域電力線搬送通信設備」という。）

(通信設備以外の許可を要する設備)

第四十五条 法第百条第一項第二号の規定による許可を要する高周波電流を利用する設備を次のとおり定める。

- 一 医療用設備（高周波のエネルギーを発生させて、そのエネルギーを医療のために用いるものであつて、五〇ワットを超える高周波出力を使用するものをいう。以下同じ。）
- 二 工業用加熱設備（高周波のエネルギーを発生させて、そのエネルギーを木材及び合板の乾燥、繭の乾燥、金属の熔融、金属の加熱、真空管の排気等工業生産のために用いるものであつて、五〇ワットを超える高周波出力を使用するものをいう。以下同じ。）
- 三 各種設備（高周波のエネルギーを直接負荷に与え又は加熱若しくは電離等の目的に用いる設備であつて、五〇ワットを超える高周波出力を使用するもの（前二号に該当するもの、総務大臣が型式について指定した超音波洗浄機、超音波加工機、超音波ウエルダー、電磁誘導加熱を利用した文書複写印刷機械及び無電極放電ランプ並びに第四十六条の七に規定する型式確認を行つた電子レンジ及び電磁誘導加熱式調理器を除く。）をいう。以下同じ。）

附属書 C (参考) 平成 11 年郵政省告示第 301 号

(注： この告示が参照している電波法施行規則別表第二号の二の二の表番号は、平成 13 年 4 月現在、別表第二号の三の二に変更されている。)

電波法施行規則別表第二号の二の二注三の規定に基づく一〇kHz を超え一〇〇kHz 以下の周波数における電波の強度の値及び人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値

(平成十一年四月二十七日)

(郵政省告示第三百一号)

電波法施行規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十四号)別表第二号の二の二注三の規定に基づき、一〇kHz を超え一〇〇kHz 以下の周波数における電波の強度の値及び人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値を次のように定め、平成十一年十月一日より施行する。

1 10kHz を超え 100kHz 以下の周波数における電波の強度の値は、電波法施行規則別表第 2 号の 2 の 2 に定める値のほか、次によること。ただし、人体が電波に不均一にばく露される場合を除く。

周波数	電界強度 [V/m]	磁界強度 [A/m]	平均時間
10kHz を超え 100kHz 以下	894	72.8	1 秒未満

注 1 電界強度及び磁界強度は、実効値とする。

注 2 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、各周波数の表中の値に対する割合の和の値が 1 を超えてはならない。

2 人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値は、表 1 及び表 2 のとおりとする。

表 1

周波数	電界強度の空間的平均値 [V/m]	磁界強度の空間的平均値 [A/m]	電力束密度の空間的平均値 [mW/cm ²]	電力束密度の空間的最大値 [mW/cm ²]	平均時間 [分]
10kHz を超え 30kHz 以下	275	72.8	/	/	6
30kHz を超え 3MHz 以下	275	2.18f ⁻¹			

3MHz を超え 30MHz 以下	$824f^{-1}$	$2.18f^{-1}$			
30MHz を超え 300MHz 以下	27.5	0.0728	0.2		
300MHz を超え 1GHz 以下	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	$f/1500$	4	
1GHz を超え 1.5GHz 以下	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	$f/1500$	2	
1.5GHz を超え 300GHz 以下	61.4	0.163	1	2	

注 1 f は、MHz を単位とする周波数とする。

注 2 電界強度及び磁界強度は、実効値とする。

注 3 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ 1 を超えてはならない。

表 2

周波数	電界強度の空間的 平均値 [V/m]	磁界強度の空間的 平均値 [A/m]	平均時間
10kHz を超え 100kHz 以下	894	72.8	1 秒未満

注 1 電界強度及び磁界強度は、実効値とする。

注 2 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、各周波数の表中の値に対する割合の和の値が 1 を超えてはならない。

附属書 D (参考) 平成 11 年郵政省告示第 300 号

電波法施行規則第二十一条の三第二項の規定に基づく無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法

(平成十一年四月二十七日)

(郵政省告示第三百号)

電波法施行規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十四号)第二十一条の三第二項の規定に基づき、無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を次のように定め、平成十一年十月一日から施行する。

1 この告示中の計算式等における記号の表す意味は、次のとおりとする。

(1) E は、電界強度 $[V/m]$ とする。

(2) H は、磁界強度 $[A/m]$ とする。

(3) S は、電力束密度 $[mW/cm^2]$ とする。

(4) P は、空中線入力電力(送信機出力から給電線系の損失及び不整合損を減じたものをいう。以下同じ。) $[W]$ とする。ただし、パルス波の場合は、空中線入力電力の時間平均値とする。

(5) G は、送信空中線の最大輻射方向における絶対利得を電力比率で表したものとする。

(6) R は、算出に係る送信空中線と算出を行う地点との距離 $[m]$ とする。

(7) D は、送信空中線の最大寸法 $[m]$ とする。

(8) λ は、送信周波数の波長 $[m]$ とする。

(9) K は、反射係数とし、代入する値は次のとおりとする。

ア 大地面の反射を考慮する場合

(ア) 送信周波数が 76MHz 以上の場合 2.56

(イ) 送信周波数が 76MHz 未満の場合 4

イ 水面等大地面以外の反射を考慮する場合 4

ウ すべての反射を考慮しない場合 1

(10) F は、空中線回転による補正係数とし、代入する値は次のとおりとする。

ア 空中線が回転していない場合 1

イ 空中線が回転している場合

(ア) 距離 R が $0.6D^2/\lambda$ を超える場合 $\theta_{BW}/360$

θ_{BW} は電力半値幅 [度]

(イ) 距離 R が $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合 $\varphi/360$

φ は距離 R における空中線直径の見込み角 [度] であり、

$\varphi = 2 \tan^{-1} (D/2R)$

とする。

2 電力束密度の値から電界強度又は磁界強度の値への換算は、次式を用いる。

$$S = E^2 / 3770 = 37.7H^2$$

3 電波の強度は、算出に係る送信空中線の位置からその最大輻射方向（最大輻射方向が定まらないときは任意の方向）を基準とする 45 度間隔の各方位に存在する人が通常、集合し、通行し、その他出入りする場所について、送信空中線から最も近い地点から少なくとも $\lambda/10$ [m] 間隔の各地点（以下「算出地点」という。）で算出する。各算出地点においては、大地等の上方 10cm（300MHz 未満の周波数においては 20cm）以上 200cm 以下の範囲の少なくとも 10cm 間隔（300MHz 未満の周波数においては 20cm 間隔）となる位置で算出を行い、その最大値を求める。ただし、各算出地点は、送信空中線及び金属物体から 10cm 以上（300MHz 未満の周波数においては 20cm 以上）離れていなければならない。

4 算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合は、算出した電波の強度の値に 6 デシベルを加えること。

5 電波の強度の算出に当たっては、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz 以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S = (PG / 40\pi R^2) \cdot K$$

6 5の項の方法による算出結果が、施行規則別表第2号の2の2に規定する電波の強度の値(以下「基準値」という。)を超える場合であって、送信空中線の電力指向性係数 $D(\theta)$ が明らかな場合の電波の強度は、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz 以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S = S_0 \cdot D(\theta) \cdot F$$

S_0 は、5の項の方法により算出した電力束密度の値とする。

注1 $D(\theta)=0$ となる方向の送信空中線近傍の電力束密度の値を求める場合は、当該空中線の指向特性を包絡線（指向特性の極大値を結ぶ線）で近似的に表して求めた電力指向性係数を用いて算出する。

注2 算出地点が主輻射の外側である場合は、当該地点に対する電力指向性係数については、最大副輻射の方向に対する電力指向性係数を用いて算出してもよい。

注3 超短波放送局及びテレビジョン放送局の無線設備において素子を2段以上積み重ねた空中線を使用する場合は、俯角 45 度以上において垂直面の電力指向性係数を 0.1 として算出してもよい。

7 5の項及び6の項の方法による算出結果がいずれも基準値を超える場合であって、送信空中線の形式等が次に掲げるもののいずれかに合致するときは、当該空中線における算出方法によることとする。

(1) コリニアアレイアンテナ（平成10年郵政省告示第148号別表第6号第1に規定する空中線型式基本コード（以下「空中線コード」という。）CL又はSKに相当する空中線をいう。）の主輻射内側において、距離Rが $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合の電波の強度は、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S=(P/20\pi RD) \cdot K$$

注 セクタータイプの空中線については、電力半値幅 θ_{BW} [度] を用いて次式により算出する。

$$S=(P/20\pi RD)(360/\theta_{BW}) \cdot K$$

(2) 開口面空中線（空中線コードPA、OP、FB、PG、HB、KG、CR、HR、DH、BH、CH、TW、GG、DG、CG、TD、MB、H、PR、TO又はOのいずれかに相当する空中線をいう。）の表面又は主輻射方向における電波の強度は、次の方法により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

ア 空中線表面での電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S=(4P/A) \cdot (1/10)$$

Aは開口面空中線の開口面積 [m²]

イ 距離Rが $D^2/4\lambda$ 以下の場合の電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S=16(\eta P/\pi D^2) \cdot (1/10) \cdot K \cdot F$$

η は開口面効率

ウ 距離Rが $D^2/4\lambda$ を超え $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合の電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S=(D^2/4\lambda R) \cdot S_{nf}$$

S_{nf} は、イにより算出した電力束密度の値とする。

(3) 中波放送用モノポールアンテナ（空中線コードV又はTLに相当する空中線をいう。）の場合であって、空中線からの距離が $2D^2/\lambda$ [m] 及び $\lambda/2\pi$ [m] のいずれよりも遠い地点までの範囲における電波の強度は、次式により電界強度及び磁界強度の値を求めることとする。

$$E = \sqrt{\left(|E_z|^2 + |E_\rho|^2 \right)}$$

$$H = |H_\phi|$$

ただし、 E_z 、 E_ρ 及び H_ϕ は、別表第1図に示す算出地点P(ρ 、 ϕ 、 z)における各方向成分の電界強度及び磁界強度であり、次式により算出する。

$$E_z = -j \frac{\omega \mu_0 I_0}{4\pi k_0} \int_{-l}^l \sin \{k_a (l_t - |\xi|)\} \left[\left\{ \frac{k_0}{r} - \frac{1}{k_0 r^3} - \frac{k_0 (\xi - z)^2}{r^3} + \frac{3(\xi - z)^2}{k_0 r^5} \right\} + j \left\{ -\frac{1}{r^2} + \frac{3(\xi - z)^2}{r^4} \right\} \right] (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

$$E_\rho = -j \frac{\omega \mu_0 I_0}{4\pi k_0} \int_{-l}^l \sin \{k_a (l_t - |\xi|)\} \rho (z - \xi) \left\{ -\frac{k_0}{r^3} + \frac{3}{k_0 r^5} + j \frac{3}{r^4} \right\} (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

$$H_\phi = \frac{I_0}{4\pi} \int_{-l}^l \sin \{k_a (l_t - |\xi|)\} \rho \left\{ \frac{1}{r^3} + j \frac{k_0}{r^2} \right\} (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

lは円管の全長 [m]、 ρ は算出地点の径方向の座標 [m]、zは算出地点のz座標 [m]であり、別表第1図に示すとおりとする。

ω は、角周波数 [rad/s] とする。

μ_0 は、自由空間の透磁率 [H/m] とする。

rは、空中線からの距離 [m] であり、

$$r = \sqrt{\rho^2 + (z - \xi)^2}$$

とする。

ξ は、空中線上の任意の点におけるz座標 [m] とする。

I_0 は、電流波腹値 [A] とする。

k_a は、空中線上の伝搬定数 [rad/m] とする。

k_0 は、自由空間における伝搬定数 [rad/m] とする。

kは、頂冠の影響を考慮した空中線の等価的全長 [m] とする。

I_0 、 k_a 、kは、空中線の長さ、太さ、頂冠の大きさ及び構造等により求める。

(4) カーテンアンテナ(空中線コードAWに相当する空中線をいう。)による電波の強度は、次のとおり算出する。

ア 算出する電波の強度は、送信空中線から算出地点までの距離及び周波数に応じて次のとおりとする。

(ア) 算出地点が、送信空中線のうち算出地点に対し最も近い箇所から $2D^2/\lambda$ [m] 及び $\lambda/2\pi$ [m] のいずれよりも遠い場合は、電界強度又は磁界強度 (3MHz以下の周波数においては、電界強度のみとする。)

(イ) 算出地点が(ア)以外の場合は、電界強度及び磁界強度

イ 電波の強度の算出にあたっては、各々の放射素子を等価半波長ダイポールとみなし次のとおり行う。

(ア) 各等価半波長ダイポールによる電波の強度を次式により算出し、これらの合成値を求め、別表第2図に示す算出地点 P(ρ , ϕ , z)における電界強度及び磁界強度の値とする。

$$E_z = \frac{-jk_0 I}{4\pi\omega\epsilon_0} \left\{ \frac{\exp(-jk_0 r_1)}{r_1} + \frac{\exp(-jk_0 r_2)}{r_2} \right\}$$

$$E_\rho = \frac{-jk_0 I}{4\pi\omega\epsilon_0 \rho} \left\{ \left(z + \frac{\lambda}{4} \right) \frac{\exp(-jk_0 r_1)}{r_1} + \left(z - \frac{\lambda}{4} \right) \frac{\exp(-jk_0 r_2)}{r^2} \right\}$$

$$H_\phi = \frac{jI}{4\pi\rho} \left\{ \exp(-jk_0 r_1) + \exp(-jk_0 r_2) \right\}$$

ω は、角周波数 [rad/s] とする。

k_0 は、自由空間における伝搬定数 [rad/m] とする。

ϵ_0 は、自由空間の誘電率 [F/m] とする。

r_1 [m]、 r_2 [m]、 ρ [m]、 z [m]、 E_z [V/m]、 E_ρ [V/m] 及び H_ϕ [A/m] は、別表第 2 図に示すとおりとする。

I は、等価半波長ダイポールの素子電流であり、空中線電力、素子数及び各素子の入力インピーダンス等により求める。

(イ) 反射器を有する場合又は大地による反射を考慮する場合は、それぞれの場合について等価半波長ダイポールの鏡像を考慮すること。

8 人体が電波に不均一にばく露される場合（大地等から高さ 200cm までの領域中に基準値を超える場所と超えない場所が混在する場合をいう。以下同じ。）の電波の強度については、その空間的な平均値を求めることとし、次の値を算出する。

(1) 電力束密度については、その平均値

(2) 電界強度及び磁界強度については、それらの自乗平均値の平方根。ただし、10kHz を超え 100kHz 以下の周波数においては、それらの平均値及び自乗平均値の平方根。

9 5 の項から 8 の項までの方法による算出結果がいずれも基準値を超えるときは、電波の強度を測定しなければならない。ただし、当該算出結果を当該算出地点における電波の強度の値とするときは、測定することを要しない。

10 測定は、次の電波の強度について行う。

(1) 測定地点が、送信空中線のうち最も近い箇所からの距離が $2D^2/\lambda$ [m] 及び $\lambda/2\pi$ [m] のいずれよりも遠い場合

ア 3MHz 以下の周波数においては、電界強度

イ 3MHz を超え 30MHz 以下の周波数においては、電界強度又は磁界強度

ウ 30MHz を超える周波数においては、電界強度、磁界強度又は電力束密度

(2) 測定地点が(1)以外の場合

ア 1,000MHz 以下の周波数においては、電界強度及び磁界強度

イ 1,000MHz を超える周波数においては、電界強度

11 測定には、次に掲げる機器を用いる。

(1) 等方性電磁界プローブ

(2) 周波数非同調型測定系（測定用空中線及び周波数非同調型測定器（広い周波数にわたり電波の強度に対する出力値が均一な応答を示すもの。）をいう。以下同じ。）

(3) 周波数同調型測定系（測定用空中線及び周波数同調型測定器（特定の周波数に同調し、その周波数を中心とした帯域幅内にある電波に主として応答するもの。）をいう。以下同じ。）

1 2 測定系の条件は次のとおりとする。

(1) 等方性電磁界プローブ

ア 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲について、プローブを任意の角度に回転し、又は任意の方向へ向けたときの値の変動が3デシベル以内であること。

イ 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲において、同一強度の電波を測定した場合の値の周波数特性が平坦であること。また、その周波数範囲以外の電波に対する測定器の応答が明らかであること。

ウ 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲において、正確に測定できる電波の強度の範囲が明らかであること。また、電界プローブは電界以外に応答しないこと。磁界プローブは磁界以外に応答しないこと。

エ 付属のケーブル等は、測定に影響を与えないこと。

オ 応答時間が1秒未満であること。

(2) 周波数同調型測定系及び周波数非同調型測定系

ア 測定器の測定可能周波数範囲、周波数分解能帯域幅（周波数同調型測定系に係る。）、入力感度、検波方式及び最大許容入力既知であること。

イ 測定対象無線設備から発射される電波の特性に応じて、アンテナ係数が既知である適切な空中線を用いること。

ウ 測定用空中線及び測定器の入力インピーダンスが測定ケーブルと整合していること。

エ 測定器及びケーブルに十分な電磁シールドがなされていること。

オ 測定対象以外の電波の影響を受けないよう必要な措置がなされていること。

1 3 電波の強度の測定方法

(1) 電波の強度の測定方法は次のとおりとする。

ア 等方性電磁界プローブ又は測定用空中線を測定地点上方10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）以上200cm以下の範囲で上下方向に走査し、電波の強度の最大値を測定する。ただし、電磁界プローブ又は測定用空中線は、送信空中線、大地等及び金属物体から10cm以上（300MHz未満の周波数においては20cm以上）離れていること。

イ 電波の強度が時間的に変化する場合は、次により求めた電波の強度の値を測定値とする。

(ア) 電力束密度については、その6分間における平均値

(イ) 電界強度及び磁界強度については、それらの6分間において自乗平均した値の平方根。ただし、10kHzを超え100kHz以下の周波数においては、それらの最大値及び6分間において自乗平均した値の平方根。

注 対象無線設備から発射される電波の変調特性から、6分間未満で6分間の平均値が得られる場合は、適宜測定時間を短縮することができる。

(2) 人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度については、測定地点上方 10cm (300MHz 未満の周波数においては 20cm) から 200cm まで 10cm 間隔 (300MHz 未満の周波数においては 20cm 間隔) で測定し、8 の項の方法に準じてその空間的平均値を求めることとする。

(3) 測定する際には、次の点に留意すること。

ア 測定用空中線の方向及び偏波面は、測定器の指示値が最大になるように配置すること。

イ 測定用空中線と送信空中線のうちいずれか一方が円偏波で他方が直線偏波の場合は、補正值として 3 デシベルを測定値に加えること。

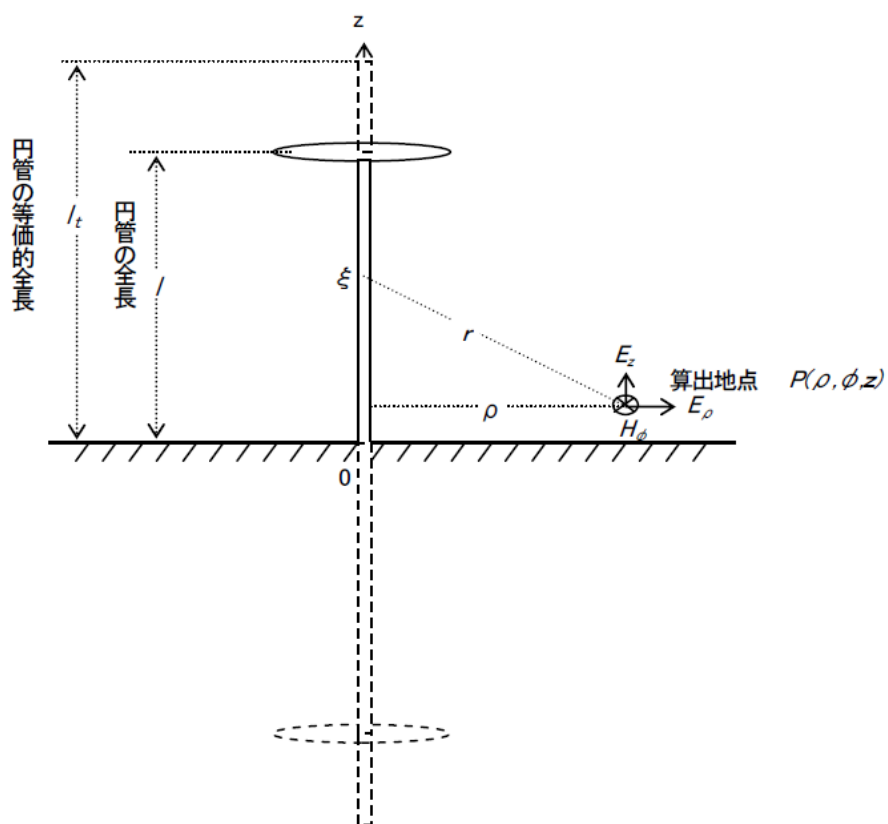
ウ 電磁界プローブ又は測定用空中線を上下方向に走査するときは、人体や偏波の影響が小さくなるように保持すること。

エ パルス波の測定には、熱電対型の電磁界プローブ、周波数非同調型測定系又はパルスが占有する帯域幅に比べ広い周波数分解能帯域幅を持つ周波数同調型測定系を用いること。

オ 他の無線設備から発射される電波の影響が無視できない場合は、周波数同調型測定系を用いること。

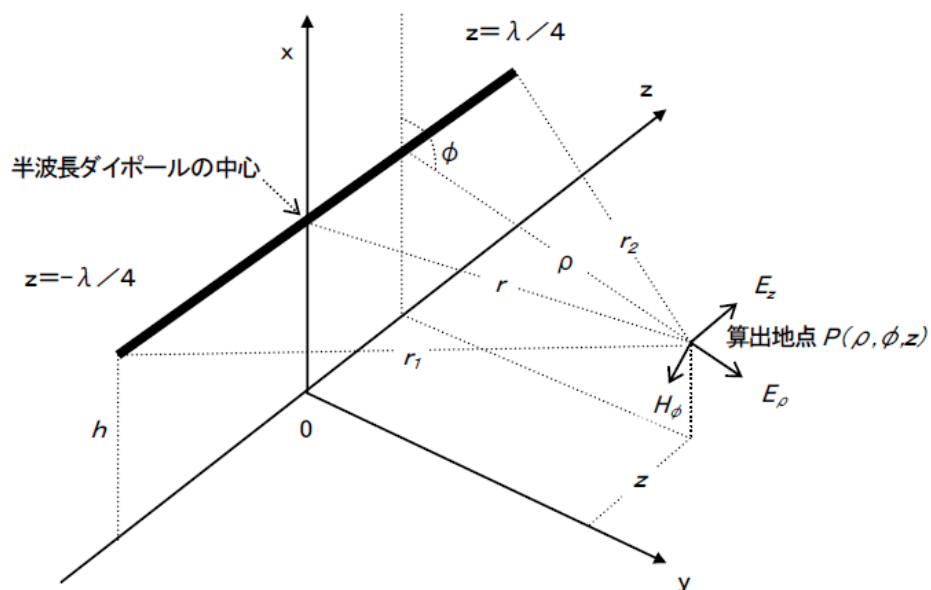
別表第1図

7の項(3)に規定する算出式の座標系及び式の記号は下図のとおりとする。



別表第2図

7の項(4)に規定する算出式の座標系及び式の記号は下図のとおりとする。



附属書 E (参考) 発熱等に対する安全対策の実施

1. 発熱等に対する安全対策の実施

- ・ 送電側及び受電側の機器を構成する部分において、金属に対しては 35K、磁気・ガラスに対しては 45K、成型品・ゴム・木に対しては 60K の温度上昇限界を超えないこと（規定する温度上昇値は、25℃を基準の温度としている。）。
- ・ 温度上昇限界を超える場合に送電停止などの対策を施すこと。電源については制約を設けない。

備考 IEC 60335-1「家庭用及び類似用途の電気機器－安全性－第 1 部：一般要件 11. 温度上昇」を参照。

- ・ 上記は送電側と受電側に挟み込まれた金属異物に対しても適用する。
- ・ 機器に用いられているデバイス・部品においても異常時にも発煙・発火がないこと。

2. 金属異物挟み込み時の温度上昇測定法

金属挟み込み時における安全対策のため、以下の方法により温度上昇の測定を行い、8.2.2 の規定を満たしている事を確認すること。

(1) 金属材質として、鉄、アルミニウム及び銅について測定する。

(2) 試験片

試験片は、送電側と受電側（受電側が複数ある場合は負荷電力が最も大きい受電側）で構成される機器を用いて、送電側のコイルと受電側のコイルを対向させ、以下の要領で決定する。

・ コイル中心：

- － 5mm×5mm×0.3mm（幅×長さ×厚み）のものを幅・長さについて 1mm 刻みで大きくしていき、正常動作(*1)が維持される最大金属片を試験片①とする。
- － 次に、金属の厚みを 0.5mm、1.0mm にして同様に正常動作が維持される最大金属片をそれぞれ試験片②、③にする。ただし、最大は電力伝送コイル又はコイル面にすべて入る大きさとする。

・ コイル中心以外：

- － 上記と同様に、5mm×5mm×0.3mm のものを 1mm 刻みで大きくし、正常動作が維持される最大金属片を試験片④、厚みが 0.5mm、1.0mm の場合の最大金属片をそれぞれ試験片⑤、⑥にする。

*1： 正常動作とは、機器が所定の機能を発揮する動作をいう。機器が動作中に送電側と受電側との間に金属が挟み込まれた場合、発熱により安全が損なわれる恐れがあるので、動作初期には金属がなく途中で挟み込まれたときにも所定の機能を発揮することも正常動作の範囲に含む。

(3) 評価方法

- － 試験片①、②、③、④、⑤、⑥を用いて評価する。

- － 試験は、上記（2）で各試験片を決定した状態と同じ状態で行う。
- － 熱電対を試験片に配置し、機器(送電側と受電側)を動作させる。
- － 試験片の温度は、温度が飽和するまでに計測された最大温度とする。温度が飽和するまでに機器の動作が停止した場合にはそれまでの最大温度とする。機器が持っている金属検出や温度検出手段などで制御がかかった場合は、検出までに到達した最大温度とする。
- － 熱電対は、試験中の部分の温度に対する影響が最も小さくなるように 0.3mm 以下の熱電対を用いる。(IEC 60335-1 準拠)

附属書 F (参考) 電波防護指針に関する解説

電磁界ばく露の指針値として、国内では「国内指針」に、国際的には「ICNIRP 指針」又は「IEEE 指針」に従うことが要求されることが多いと考えられるが、本分野は科学的・疫学的な研究が継続的に行われており、それらを反映してこれらの指針は改定される可能性があるので最新情報に注意が必要である。

ICNIRP は 2010 年 11 月に低周波数帯の指針を改定したが、高周波領域についても見直し作業に着手しており、2014 年頃に新しい指針が示されると想定される。これに対応する評価法に関して、IEC TC106 が電磁界ばく露の共通的な評価法の国際標準化を進めているが、本ガイドラインの対象機器を想定したものはまだ示されていない。

一方、国内指針では指針値及びその評価法・測定法を記述しているが、ICNIRP 指針値や IEC TC106 の評価法、IEEE 指針とは異なるところがある。これは審議時期にずれがあったためである。このような事情で将来、国際的な動向を配慮し見直しがされる可能性がある。

ここでは、国内指針と国際的に参照される指針（ICNIRP 指針及び IEEE 標準）にはそれぞれ差があることをふまえ、国内指針を主とし、ICNIRP 指針を対比して示す。さらに IEEE 指針についても説明を加える。

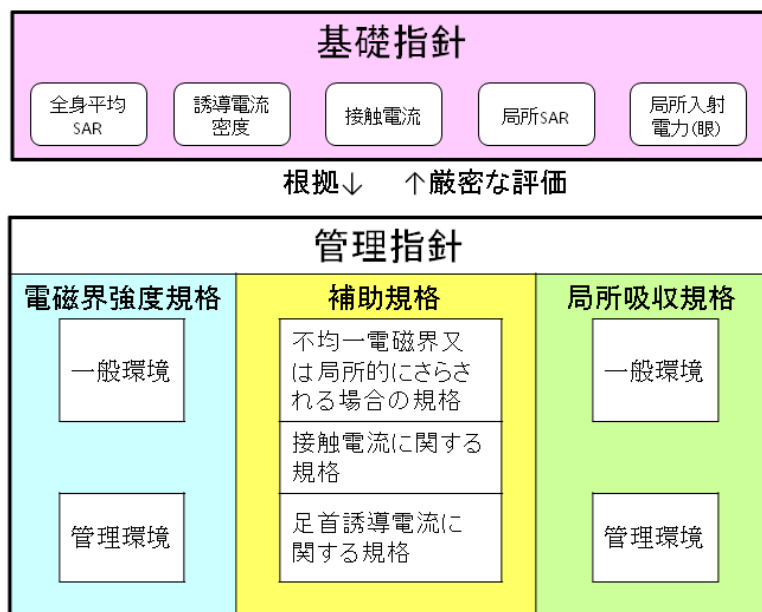
国内指針は、「電波利用において人体が電磁界にさらされる場合、その電磁界が人体に好ましくない電磁的現象（深部体温の上昇、電撃、高周波熱傷等）を及ぼさない安全な状況であるか否かの判断をする際の基本的な考え方と、それに基づく数値、電波利用施設周辺における電磁界強度等の測定法及び推定法並びに人体に照射される電磁界の強度を軽減するための防護法を示し、電波利用の安全基準、勧告、実施要領などを定める際の指針を提供する」ものである。

一方、ICNIRP 指針は、電磁界と人体との直接結合メカニズム、間接的結合メカニズム、直接的・間接的影響、ばく露の制限の生物学的根拠がまとめられ、これらに基づきばく露制限のための指針（職業的ばく露と公衆のばく露の制限、基本制限及び参考レベル）を規定する。「ICNIRP 指針」はばく露の制限値を示すが、その測定法に関しては他の国際機関に委ねている。

国内指針と ICNIRP 指針とは共通の考え方にたってまとめられているが、低周波数帯域の指針値に違いがあることに注意しつつ、以下、電波防護指針を中心に解説する。なお、対応する ICNIRP の用語も [] にて併せて示す。

人体に生じる生体作用に基づいて安全性を評価することが原則であり、このための指針が「基礎指針」[Basic restrictions : 基本制限]である。しかし、基礎指針を満たすかどうかは直接実測が困難なので、実測可能な物理量で示す管理指針で評価が行われる。管理指針の1つが「電磁界強度指針」[Reference levels : 参考レベル]である。放射源が十分遠方にあり、人体の位置する空間の至近距離に金属などの電波を散乱させる物体がなければ、その位置における人体内部の電磁的現象は、その空間に人体が存在しない場合に測定した電界強度及び磁界強度とほぼ一定の関係があるとみなすことができる。このような条件の下では、人体の存在しない空間における電磁界強度を用いて防護指針が設定でき、これを電磁界強度指針と呼ぶ。電磁界強度は測定可能な物理量である。ただし、防護指針の対象となる電磁界は、通常、近傍界又は不均一であるため、電磁界強度指針をそのまま適用できる状況は限られる。適用条件を満たさない電磁環境では、空間のみを対象とした評価は適切でない場合がある。電磁界強度指針をそのまま適用できない場合のために補助指針が示されている。なお、補助指針は基礎指針に代わる人体内部の電磁的現象の簡易評価方法としての性格を有するものであって、適用できない場合には基礎指針に立ち返った評価を行う必要がある。

図 8.3.1 電波防護指針の構成



人体が不均一にばく露される場合の電波の強度（補助指針値）は、平成 11 年郵政省告示第 301 号（平成 11 年 4 月 27 日公布）に規定されている（付属書 C）。また、無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法は、平成 11 年郵政省告示第 300 号（平成 11 年 4 月 27 日公布）に示されている（付属書 D）。以下、国内指針値を F-1 に、ICNIRP 指針値を F-2 に、IEEE 指針値を F-3 にそれぞれ抜粋して示す。

F-1. 国内指針値（抜粋）

（1）刺激作用に関して

10kHz から 100kHz においては、下表の電磁界強度指針を参照する必要がある。ただし、電磁界が不均一である又は通常の利用状態で機器より 20cm 以内に人体が近づく場合には、この制限値を超える場合でも基礎指針を超えないことがあり得る。このような場合に関して（3）で述べる。

附表 F-1 刺激作用に関する制限値

周波数	電界強度の空間的 平均値 [V/m]	磁界強度の空間的 平均値 [A/m]	平均時間
10kHz を超え 100kHz 以下	894	72.8	1 秒未満

注 1 電界強度及び磁界強度は、実効値とする。

注 2 同一場所若しくはその周辺の複数の機器が電波を発射する場合又は一の機器が複数の電波を発射する場合は、各周波数の表中の値に対する割合の和の値が 1 を超えてはならない。

（2）熱作用に関して

機器が非常に大きく全身を覆うような場合にあつては全身平均 SAR の評価が、また、ばく露が局所的と考えられる場合にあつては局所 SAR の評価が考えられる。ただし、30MHz 以下の周波数帯における SAR の評価法は確立していないため、下表の電磁界強度の指針値により評価するのが適当である。

附表 F-2 熱作用に関するばく露制限値

周波数	電界強度の 空間的平均値 [V/m]	磁界強度の 空間的平均値 [A/m]	電力束密度の 空間的平均値 [mW/cm ²]	平均時間 [分]
10kHz を超え 30kHz 以下	275	72.8	/	6
30kHz を超え 3MHz 以下	275	$2.18f^{-1}$		
3MHz を超え 30MHz 以下	$824f^{-1}$	$2.18f^{-1}$		
30MHz を超え 300MHz 以下	27.5	0.0728	0.2	

注 1 f は、MHz を単位とする周波数とする。

注 2 電界強度及び磁界強度は、実効値とする。

注 3 同一場所若しくはその周辺の複数の機器が電波を発射する場合又は一の機器が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ 1 を超えてはならない。

(参考) 準拠文書 [6] の別紙 1 には、補助指針として以下の記述がある：

『補助指針(1): 人体が電磁界に不均一又は局所的にさらされる場合の指針

周波数に応じて該当する条件がすべて満たされている場合は、管理指針を満足しているものとみなす。

なお、人体から 20cm 以内 (300MHz 以上の周波数では 10cm 以内) の空間で使用する機器などについては、その状況ごとに個別の判断が必要である。基礎指針を超えるおそれがある場合には、局所吸収指針に基づく評価を行うことが望ましい。

<1> 周波数が 300MHz 未満の場合

電磁放射源及び金属物体から 20cm 以上離れた空間において、人体の占める空間に相当する全領域の電力密度分布の空間的な平均値 (電界強度又は磁界強度の場合は、自乗平均値の平方根である。)

(3) 接触電流に関する指針

国内指針では以下に引用する補助指針(2)が規定されている。

補助指針(2): 接触電流に関する指針

(b) 一般環境で接触ハザードが防止されていない場合

10kHz から 100kHz までの周波数において測定された接触電流が $4.5 \times 10^{-4} f[\text{Hz}] \text{mA}$ 以下 (平均時間 < 1 秒)、100kHz から 15MHz までの周波数においては 45mA 以下 (平均時間 6 分間) であること。

ただし、接触電流がこの指針に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合は、その周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求める。これらの総和が 1 を超えてはならない。

(4) 誘導電流に関する指針

国内指針では以下に引用する補助指針(3)に従っても良いとされている。

補助指針(3): 足首誘導電流に関する指針

(b) 一般環境で非接地条件を満たさない場合

3MHz から 300MHz までの周波数で測定された足首における誘導電流 (平均時間 6 分間) が、片足当たりで 45mA 以下であること。

ただし、誘導電流がこの指針に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合は、その周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求める。これらの総和が 1 を超えてはならない。』

注) :

電気通信技術審議会答申 (平成 10 年 11 月) : 諮問第 104 号「電波防護指針への適合を確認するための電波の強度の測定方法及び算出方法」の 2 章には、対応する測定法は告示等の規定

の対象外とされた経緯が説明されている。

『適用する電波防護指針は、一般環境の電磁界強度指針及び補助指針とする。ただし、誘導電流、接触電流に関する補助指針は、以下の理由から電波防護のための基準の制度化の対象とはせず、従来通り民間のガイドラインとして活用するのが望ましい。[ARIB STD-38 等]

- ①誘導電流、接触電流に関しては、測定法、測定器が十分に確立していないこと。
- ②誘導電流の指針値については、人体の非接地条件の合理的な定義がなく、かつ、それを実際に満たしているかどうかを判定することが難しいこと。
- ③接触電流の指針値は、感知閾値に基づいており、これを越えたからといって直ちに健康に影響を与えるものではないこと。
- ④同じ電界強度でも、対象となる金属物体の大きさにより人体に流入する電流値が異なり、接触電流を考慮した電磁界強度を一律に決定できないこと。
- ⑤制度化を導入あるいは導入を検討している米国やオーストラリアでは一般環境において規定がないこと。』

F-2. ICNIRP 指針値（抜粋）

ICNIRP 指針の 1998 年版及び 2010 年版に規定される参考レベル [Reference levels] は次表のとおりである。周波数区分が 1998 年版と 2010 年版とで重なっていることに注意することが必要である。

附表 F-3 ICNIRP 指針のうち参考レベル（1998 年版及び 2010 年版）

注) 2010 年版の f は周波数 (Hz)、1998 年版の F は周波数範囲の欄に示す単位で表す。

ばく露特性	周波数範囲		電界強度 (kV/m)	磁界強度 (A/m)	磁束密度 (μ T)	等価平面波 電力密度 (W/m ²)
職業的 ばく露	1Hz - 8Hz	2010 年版	20	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$0.2 / f^2$	
	8Hz - 25Hz		20	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^{-2} / f$	
	25Hz - 300Hz		$5 \times 10^2 / f$	8×10^2	1×10^{-3}	
	300Hz - 3kHz		$5 \times 10^2 / f$	$2.4 \times 10^5 / f$	$0.3 / f$	
	3kHz - 10MHz		1.7×10^{-1}	80	1×10^{-4}	
	- 1MHz	1998 年版	610×10^{-3}	$1.6 / F$	$2.0 / F$	-
	1MHz - 10MHz		$610 \times 10^{-3} / F$	$1.6 / F$	$2.0 / F$	-
	10MHz - 400MHz		61	0.16	0.2	10
	400MHz - 2000MHz		$3 F^{1/2}$	$0.008 F^{1/2}$	$0.01 F^{1/2}$	$F / 40$
	2GHz - 300GHz		137	0.36	0.45	50
公衆ば く露	1Hz - 8Hz	2010 年版	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$	
	8Hz - 25Hz		5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$	
	25Hz - 50Hz		5	1.6×10^2	2×10^{-4}	
	50Hz - 400Hz		$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}	
	400Hz - 3kHz		$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$	
	3kHz - 10MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}		
	- 1MHz	1998 年版	87×10^{-3}	$0.73 / F$	$0.92 / F$	-
	1MHz - 10MHz		$87 / F^{1/2}$	$0.73 / F$	$0.92 / F$	-
	10MHz - 400MHz		27.5	0.073	0.092	2
	400MHz - 2000MHz		$1.375 F^{1/2}$	$0.0037 F^{1/2}$	$0.0046 F^{1/2}$	$F / 200$
2GHz - 300GHz	61		0.16	0.20	10	

F-3. IEEE 指針値 (抜粋)

米国においてオープンな科学的議論により得られたコンセンサスにもとづくガイドラインである。前身の機関は世界で最も早い段階から電磁界ばく露と取り組んできた歴史があるが、現在は民間機関である IEEE の ICES (International Committee on Electromagnetic Safety) TC34 にて、生体影響に基づくガイドラインや技術基準を策定している。現在までに下記のシリーズが発行されている。

IEEE std C95.1-2005 3kHz-300GHz 電磁界ばく露安全レベル

IEEE std C95.6-2002 0-3kHz 電磁界ばく露安全レベル

IEEE std 1528-2003 SAR 測定法(1g or 10g)

IEEE std C95.3-2010 SAR

現在も作業中の 1528.1~4 (数値計算によるばく露評価法) は、IEC TC106 とデュアルロゴでの標準化が進められている。

IEEE Std. C95.1-2005 では、刺激作用として 3kHz~5MHz、熱作用として 100kHz~300GHz の基本制限(BR)及び最大許容ばく露(MPE)を規定する。すなわち 100kHz~5MHz の移行領域では両方の作用を考慮する必要がある。また、刺激作用ではデューティサイクルの低いばく露の制限値は高くなる。

附表 F-4 人体各部における基本制限 (BR)

		アクションレベル (=一般公衆ばく露)	制限された環境におけるばく露 (=職業的ばく露)
ばく露される組織	f_0 (Hz)	E_0 (実効値) (V/m)	E_0 (実効値) (V/m)
脳	20	5.89×10^{-3}	1.77×10^{-2}
心臓	167	0.943	0.943
手、手首、足、足首	3350	2.10	2.10
その他の組織	3350	0.701	2.10

附表 F-5 刺激作用に関する 3kHz~5MHz の最大許容ばく露 (MPE)

	アクションレベル				制限された環境におけるばく露			
	頭部・ 胴体	四肢	頭部・胴 体	四肢	頭部・胴 体	四肢	頭部・胴 体	四肢
周波数帯	B 実効値 (mT)		H 実効値 (A/m)		B 実効値 (mT)		H 実効値 (A/m)	

3.0～3.35kHz	0.687/f	3.79/f	547/f	3016/f	2.06/f	3.79/f	1640/f	3016/f
3.35kHz～5MHz	0.205	1.13	163	900	0.615	1.13	490	900

附表 F-6 外部電界に対する 3kHz-100kHz の最大ばく露 (MPE)

周波数帯	アクションレベル	制限された環境におけるばく露
3 kHz～100 kHz	614	1842

外部電界が人体の大きさに対して不均一な場合、空間的に平均化した電界は附表 F-5 の制限値以下であること。

制限された環境において、人が接地された導電体に届く範囲にいなければ附表 F-5 の制限を超えても良い。そのような場合の制限値は規定しない。

いかなる場合も附表 F-4 の基本制限と附表 F-7 の接触電流制限を超えてはならない。

附表 F-7 誘導電流及び接触電流の 3kHz～100kHz の制限値 (実効値)

条件	アクションレベル	制限された環境におけるばく露
両足	0.90f	2.00 f
片足	0.45f	1.00 f
接触 (にぎる) (制限された環境で訓練 されているとき)	—	1.00 f
接触	0.167f	0.50 f

人体と接地物体との間に流れる電流に適用。

平均時間は 0.2 秒とする。

附表 F-8 熱的作用に関する 100kHz～3GHz の基本制限 (BR)

		アクションレベル SAR (W/k g) *	制限された環境におけるばく露 SAR (W/k g) *
全身 ばく 露	全身ばく露 (WBA)	0.08	0.4
局部 被爆	局部被爆 (peak spatial-average)	2**	10**
	四肢及び耳介	4**	20**

*SAR は、6 分間の平均

**組織の任意の 10 グラム (約 10 立方センチの立方体の組織) にわたって平均した値。

附表 F-9 誘導電流及び接触電流の 100kHz～110MHz の制限値（実効値）

条件	アクションレベル (mA)	制限された環境におけるばく露 (mA)
両足	90	200
片足	45	100
接触（にぎる） （制限された環境で訓練され ているとき）	—	100
接触	16.7	50

附表 F-10 熱的作用に関する 100kHz～300GHz の最大被ばく制限値
(MPE、一般公衆)

周波数帯	電界強度実効値 (E) (V/m) *	磁界強度実効値 (H) (A/m) *	電力密度実効値 (S) 電界、磁界 (W/m ²)	平均時間**	
				E ² 、 H ² 又は S (分)	
0.1～1.34 MHz	614	$16.3/f_M$	(1000、 100 000/ f_M^2) *c	6	6
1.34～3 MHz	$823.8/f_M$	$16.3/f_M$	($1800/f_M^2$ 、 100 000/ f_M^2)	$f_M^2/0.3$	6
3 ～30 MHz	$823.8/f_M$	$16.3/f_M$	($1800/f_M^2$ 、 100 000/ f_M^2)	30	6
30～100 MHz	27.5	$158.3/f_M^{1.668}$	(2、 9 400 000/ $f_M^{3.336}$)	30	$0.0636 f_M^{1.337}$
100～400 MHz	27.5	0.0729	2	30	30
400～ 2000 MHz	-	-	$f_M/200$	30	
2～5 GHz	-	-	10	30	
5～30 GHz	-	-	10	$150/f_G$	

30～100 GHz	-	-	10	$25.24/f_G^{0.476}$
100～300 GHz	-	-	$(90f_G-7000)/200$	$5048/[(9f_G-700)f_G^{0.476}]$

注： f_M は、MHz で表した周波数、 f_G は GHz で表した周波数。

* 表の値は、遠方界において身体の大きさにわたって均一なばく露における電磁界強度と電力密度の MPE 値。

不均一なばく露では、ばく露フィールドの平均値とする。平均化は人体の垂直断面（投影面積）に相当する領域あるいは周波数により決まるより狭いエリアにわたって、電磁界強度の二乗又は電力密度を平均化する。

** 平均時間の左列は $|E|^2$ の、右列は $|H|^2$ の、400MHz 以上は S の平均時間を示す。

附属書 G (参考) ばく露計算の例

基本制限を考慮したばく露計算の実例を参考として以下に列挙する。

[文献 1] 伊坂 祐樹, 久保 祐平, 多氣 昌生, “磁界共振型ワイヤレス電力伝送システムの人体曝露と伝達特性に関する検討“, 2011 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-4-11, 2011.

文献 1 では 100 mm 間隔におかれた 2 つのコイル (200 x 200、5 ターン) 間での電力伝送を想定し、同システムが人体の足元に配置された場合の SAR 分布の解析を行っている。共振周波数は 20 MHz 付近である。解析には finite-difference time-domain (FDTD) 法を用いている。

[文献 2] A. Christ, M. G. Douglas, J. M. Roman, E. B. Cooper, A. P. Sample, B. H. Waters, J. R. Smith, and N. Kuster, “Evaluation of Wireless Resonant Power Transfer Systems with Human Electromagnetic Exposure Limits”, IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, vol. 55, no. 2, pp. 265 – 274, 2013.

文献 2 では、2 つのスパイラルコイル(内径 305 mm、外径 580 mm、6.1 ターン、ピッチ 10 mm、線径 2.54 mm) 間での電力伝送を想定し、近傍に数値人体モデルが配置された場合の SAR の解析を行っている。共振周波数は約 8 MHz である。解析には FDTD 法を用い、送信側のみのシステムから発生する入射電磁界を計算したのち、人体が存在する領域にホイゲンスボックスを仮定し入射界に対する人体が存在するために生じる散乱界を解析することで体内の電磁界分布および SAR を求めている。また、SAR の実験的な評価方法を検討するためにコイル近傍に円柱モデルが存在する場合の SAR 解析も実施している。

[文献 3] Ilkka Laakso, Shogo Tsuchida, Akimasa Hirata, Yoshitsugu Kamimura “Evaluation of SAR in a human body model due to wireless power transmission in the 10 MHz band”, Physics in Medicine and Biology, vol. 57, no. 15, pp. 4991-5002, 2012.

文献 3 では、300 mm 離れたソレノイド型のコイル (半径 300 mm、5 ターン、線径 2 mm) 間での電力伝送を想定し、近傍に数値人体モデルが配置された場合の SAR の解析を行っている。共振周波数は約 10 MHz である。まずはじめに Moment 法を用いてシステム周辺の電磁界分布を計算し、その後人体の存在によりコイルの電流分布が変化しないと仮定して磁気ベクトルポテンシャルを求め、それを用いて scalar potential finite difference (SPFD)法により人体内部の電界分布を解析している。

[文献 4] S. W. Park K. Wake, and S. Watanabe, “Investigation of Numerical Methods and Dosimetry for a Wireless Power Transfer System Using Electromagnetic Resonance”, International Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2012.

文献 4 では、1 m 離れたソレノイド型のコイル (半径 300 mm、5.45 ターン) 間での電力伝送

を想定し、近傍に数値人体モデルが配置された場合の SAR 及び体内誘導電界の解析を行っている。共振周波数は約 10 MHz である。まずはじめに Moment 法を用いてシステム周辺の電磁界分布を計算し、その後人体の存在によりコイルの電流分布が変化しないと仮定し、計算された電磁界分布を入射界とした解析を実施している。その際、入射電磁界双方を考慮し FDTD 法を用いた体内誘導量の解析と、入射磁界のみを考慮し Impedance 法を用いた体内誘導量解析の結果を比較している。

[文献 5] 久保 祐平, 多氣 昌生, “電界結合共振型ワイヤレス電力伝送装置と人体の相互作用“, 2011 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-4-12, 2011.

文献 5 では 50 mm 四方の極板が 10 mm で対抗する電界結合型の電力伝送システムを想定し、近傍に人体が配置される場合の内部誘導電界及び SAR 分布の解析を行っている。共振周波数は 9 MHz 付近である。解析には finite-difference time-domain (FDTD) 法を用いている。

付録1 50W 超のワイヤレス電力伝送

この付録では、本ガイドライン 2.0 版の対象とはしていないが、今後の技術開発、制度整備、標準化等の進展に応じて本ガイドラインの対象となり得る候補について記述する。

具体的には、表 6-1「ワイヤレス電力伝送技術の利用シーン」の利用シーン 3、4 及び 5 に掲げる 10kHz 以上の周波数を用いる 50W 超のワイヤレス電力伝送について、本ガイドライン 2.0 版策定時点（2013 年 4 月）での状況、適用される制度、技術課題等は以下のとおりである。

1. 本ガイドライン 2.0 版策定時点の状況

10kHz 以上の周波数を用いる 50W 超のワイヤレス電力伝送については、限定された場所における電気自動車の充電の実験や試験的な運用、展示会でのテレビなどの家電へのワイヤレス給電のデモンストレーションが行われてきているが、本格的な実用化には至っていない。

2. 適用される制度

10kHz の周波数を用いるワイヤレス電力伝送に対しては、電波法の高周波利用設備の制度が適用されている。

電波法第 100 条第 1 項の規定により、10kHz 以上の高周波電流を用いる特定の設備を設置しようとする者は、当該設備につき、総務大臣の許可を受けなければならない。また、同条第 2 項の規定により、総務大臣は、当該申請が一定の技術基準に適合し、かつ、当該申請に係る周波数の使用が他の通信に妨害を与えないと認めるときは、これを許可しなければならないとされている。（付属書 A 参照）

上記の許可を要する設備は、より具体的には電波法施行規則に規定されており、通信設備以外のワイヤレス電力伝送設備は同規則第 45 条第 3 号の各種設備に該当し、50W を超える高周波出力を使用するものは許可を要するとされている（付属書 B 参照）。また、通信設備以外の許可を要する高周波利用設備の技術基準として、無線設備規則第 65 条に電界強度の許容値、同規則第 66 条に混信等の防止が規定されている。

したがって、50W 超のワイヤレス電力伝送の設備を設置しようとする場合、上記の許可申請を行い、技術基準を満たす必要があるものの、許可が得られればその設備の設置、運用が可能である。

3. 技術課題等

製品群ごとにそれぞれの特徴に応じて以下の技術課題を解決することが必要である。

- (1) 他に干渉を与えない周波数（帯）の選定
- (2) 漏洩電磁界の評価方法の確立
- (3) 干渉軽減技術の開発／採用

- (4) 人体に対する電波防護の評価方法の確立
- (5) 電波防護、その他の安全対策技術の開発／採用

4. 標準化動向等

利用シーン 4 の電気自動車に用いるワイヤレス電力伝送に関しては、米国及び国際的に以下の規格策定に向けて議論されている。

- (1) SAE J2954 : (米国) ワイヤレス電力伝送製品規格
- (2) UL2750 : (米国) ワイヤレス電力伝送安全規格 (ドラフトは SU2750)
- (3) IEC61980 シリーズ : (国際)
 - (ア) IEC61980-1 : ワイヤレス電力伝送 一般要求事項
 - (イ) IEC61980-2 : ワイヤレス電力伝送 充電制御通信
 - (ウ) IEC61980-3 : 磁場を利用したワイヤレス電力伝送要件

(注) SAE (SAE International) : 米国自動車技術会

UL (Underwriters Laboratories) : 米国保険業者安全試験所

参考規格

JIS C 9335-1 家庭用及びこれに類する電気機器の安全性—第 1 部：一般要求事項

RCR STD-38 2.0 版 ARIB 標準規格「電波防護標準規格」

ARIB TR-T11 1.0 版 ARIB 技術資料「電波防護標準規格への適合性の確認法技術資料」