

電波防護指針 第3章 防護指針

3.1 防護指針の性格と構成

3.1.1 防護指針の基礎とする電磁界の生体作用

人体内の各組織は電磁的にはある電氣的定数を持った誘導体と考えられている。電磁界と生体の相互作用に関しては、この生体の電氣的特性の面から理論的解析が行われているほか、適切な誘電率及び導電率で構成した模擬人体などによる実験的分析手法も確立されている。これらに基づく研究成果によれば、電磁界による生体作用は、表1に示すように、熱作用、刺激作用及びその他の作用に大別できる。

表1 電磁波と生体作用の関係

作用の区分		生体の変化の要因	作用の評価量	電磁波との関係
熱作用	全身加熱	熱調節応答 深部体温加熱 熱ストレス	全身平均SAR 上昇温度 (深部体温)	マクロな相互作用（線量学的アプローチが可能）
	局所加熱	組織加熱	局所平均SAR 上昇温度 (局所組織温)	
刺激作用		電流刺激による神経、筋の興奮	誘導電流（密度）	
その他作用		不明	電磁界強度など (変調周波数)	ミクロな相互作用

この生体作用のうち、熱作用及び刺激作用については多くの研究の蓄積があり、電磁界強度との因果関係がほぼ定量的に把握されている。それらによれば、~~400kHzを境界領域として、~~刺激作用は 10MHz 以下の低周波領域において、熱作用は 100kHz 以上の高周波領域において 支配的である主に影響の発生が確認されている。しかし、熱作用、刺激作用以外のその他の作用については、生体内の現象と関連した状態で確認されたものではなく、人の健康に支障を及ぼすという事実も示されていない。

このため、電波防護指針において対象とする電磁界の生体作用は、熱作用、刺激作用に限定した。この中には、熱作用及び刺激作用の範疇で捉えられるパルス波や変調波などによる作用が含まれている。また、電磁界から生体が直接に受ける作用でパルス波や変調波などの作用が含まれている。また、電磁界から直接受ける作用ではないが、電磁界が原因となって生ずる接触電流についても考慮した。

なお、諸外国でも同様な考え方に基づいて電波防護指針を定めているが、それらの指針の範囲内において、熱作用、刺激作用はもとよりその他の作用についても、好ましくない影響が生じたという事実は、現在まで 示されて確立されていない。

3.1.2 防護指針の評価対象量の問題点

電磁界による生体に対する熱作用は、組織内でのジュール熱の発生による体温あるいは組織温の上昇である。この温度上昇は、組織の吸収エネルギー量と密接に関係し、単位質量の組織に単位時間に吸収されるエネルギー量、すなわち比吸収率（SAR）を評価量として用いる。一方、刺激作用は人体組織に誘導される電流密度と関係づけられ、比吸収率及び誘導電流はいずれも、人体組織内部の電界強度と組織の導電率に依存する現象として捉えられる。

このように、電磁界の生体作用は組織内部の電界強度等と密接な関係がある。しかし、組織内部の電界強度等は直接測定することができないため、なんらかの方法により人体内部の電磁現象を推定しなければならない。現在、この推定を行う手順は定式化されておらず、一部の研究機関等が個別の問題として推定（評価）を行って一部の携帯無線端末に対してのみ標準的な測定方法が策定されているのみである。したがって、現時点においては、人体内部の電磁現象を測定の対象量とすることは一般的ではないと言える。

電波防護指針は、我々が電波利用機器とかかわるさまざまな場面において、その安全性を迅速に評価できるようになっている必要があり、直接測定できない人体内部の電磁現象に関する量による表現では、防護指針としての現実的な役割を果たすことはできない。このため、人体内部の電磁現象を測定可能な量（電磁界強度、電流）に変換し、これによって安全性の評価を行なうことが必要となる。

3.1.3 防護指針の構成

防護指針の適用を必要とする状況は、概ね次の3つのケースに分類できる。

- ① 空間の電磁環境評価の側面
- ② 電波利用機器からの放射 および機器の使い方に関する評価の側面
- ③ 電磁界に対する防護手段の評価の側面

①では、人体の存在しない空間の電磁界が評価の対象である。電波発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は、空間のみを対象とした評価が適切でない場合である。この場合は、②のケースとして考える。

②では、電磁放射源と人体の相互関係が評価の対象となる。電磁放射源と人体との関係が一定であれば、電磁放射源自体に対する評価とみなすこともできる。すなわち、放射源が遠方にある場合などは①のケースの問題とみなせるが、一般的には人体内部の電磁現象に基づく評価を行う必要がある。このような人体内部の電磁現象に基づく評価 （刺激作用からの防護に関する評価を除く） のための指針を基礎指針と呼ぶ。

また、低周波領域（10kHz～10MHz）における刺激作用からの防護において、「健康への有害な影響に至る可能性のある電波ばく露による生体内現象と直接関連する物理量についての制限値」を基本制限と呼ぶ。

しかし、基礎指針及び基本制限には測定が容易にできない量による表現が含まれているため、②の問題すべてに対して基礎指針又は基本制限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、②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、基礎指針又は基本制限に基づき電磁界強度指針を補う形で示され、次の4項目3項目から構成する。

- (1) 不均一又は局所的な電磁界にさらされる場合
- (2) 接触電流
- (3) 足首誘導電流

(4) 低電力放射源

なお、補助指針は基礎指針や基本制限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、②のケースは、本来、基礎指針又は基本制限で扱うべき問題であることを念頭に置く必要がある。

③では、人体内部の電磁現象を直接評価しなくては判断できない問題が含まれる。この場合には、基礎指針特に、100 kHz 以上で、人体と電磁放射源が 20cm (300MHz 以上では 10cm) よりも近接した場合には、局所吸収指針による評価を行う。局所吸収指針が適用できない場合には、基礎指針又は基本制限による評価を行う必要であり、研究機関等で慎重に推定・評価を行なう必要がある。

以上のように、防護指針は電磁界強度指針、補助指針及び、局所吸収指針、基礎指針及び基本制限から構成する。このうち、電磁界強度指針、補助指針及び補助局所吸収指針は、実際の問題へ具体的に適用するための指針である。この二つ三つの指針を管理指針と呼ぶ。基礎指針及び基本制限は、管理指針の根拠であるとともに、管理指針で扱えない特別の場合において、安全性を判断する際の根拠を与える性格を有する。

防護指針は、現時点の研究成果と電波利用状況の実情を基礎に定められたものである。したがって、これらの状況の変化に応じて補足又は改訂する必要がある。電磁界の生体作用に関する研究の進展は主に基礎指針又は基本制限に反映され、生体内の電磁現象に関する測定法・推定法に関する研究の進展及び電波の利用状況の変化に伴う実社会との整合性については、管理指針に反映される。このような位置づけを考慮すると、基礎指針及び基本制限は容易に改訂される性格のものではないが、管理指針は状況によって適宜変更されるものである。

3.1.4 基本制限/基礎指針と管理指針の2段階構成

防護指針による評価が信頼できるものであるためには、防護指針が適切に用いられ、また、電磁環境の状況に変化がないかどうかを必要に応じ確認できる必要がある。このような状況を確保できる場合は、基礎指針又は基本制限から換算される数値に基づく管理指針（電磁界強度指針及び補助指針）を適用する。しかし、電波利用の状況が正しく認識されていないような場合では、基礎指針又は基本制限を満たさない状況が無意識のうちに生じてしまうおそれがあり、また、電磁界の存在を意識した行動も期待できない。したがって、このような状況下でも十分な安全性を確保するため、諸外国の防護指針などにおいても合理的な対応策として取り入れられている方法と同様に、付加的な安全率を考慮した適切な指針を設ける必要がある。

— 以上のような観点から、管理指針を防護指針の主旨が生かされ電磁環境が管理されている

状況を対象とする管理環境と、防護指針及び電波利用の状況が認識されていない状況を対象とする一般環境に区分する。一般環境は管理環境に比べ電磁界の管理の不十分さに伴う不確定性を考慮し、管理環境より電力密度に換算しておおむね5倍の付加的安全率を設けている。

また、低周波領域（10kHz～10MHz）における刺激作用からの防護に対する基本制限についても、管理環境に加えて一般環境の指針値が設定されている。

3.1.5 防護指針の適用手順

管理指針（電磁界強度指針及び、補助指針）~~及び~~局所吸収指針）、基礎指針及び基本制限で構成される防護指針の適用の手順は次のとおりとする。

実際に評価を行う場合は、放射源等の条件にかかわらず電磁界強度指針を最初に適用する。評価する対象が、電波利用の実情が認識され防護指針の主旨に基づいた電波利用を行うことが可能な場合は、管理環境を適用し、このような条件が満たされない場合は、一般環境を適用する。対象とする全空間（場所）~~の~~において電磁界強度指針が満足されている場合は、その空間（場所）は安全であると判断する。

対象とする空間の電磁界は、一般的に不均一又は近傍界であることが多く、真の電磁界強度より大きな値として評価される。こうした状況において電磁界強度指針が満たされない場合には、補助指針による詳細な評価を行うことによって、安全かどうかを判断する。さらに、補助指針を適用できない、人体と電磁放射源が近接した場合には、局所吸収指針による評価を行う。

このような手順による評価の結果、一般環境の管理指針が満たさない場合には、管理環境に該当するような管理を行うか、若しくは、指針を満たすよう対策を講ずる。~~管理環境の~~管理指針が満たされていないことが示された場合は、基礎指針又は基本制限を満たさないおそれがあり、これを満たすよう対策を行うか、あるいは人体への障害の可能性をより直接的に判断するために基礎指針又は基本制限に立ち戻った評価を行なう必要がある。

基礎指針又は基本制限による評価には、規定される量に具体的な測定法・推定法が十分に確立されていない量が含まれている場合がある。このため、本指針では実際の評価法について例示するにとどめる。この場合の評価は、研究機関等で適切と認められている方法に従って行う。

3.2 管理指針

管理指針は、基礎指針及び基本制限に基づいて定められたもので、実際の電磁環境の評価は主に管理指針を用いて行う。この指針は、電磁界強度指針、補助指針及び補助局所吸収指針から成り、第4章及び第5章で示す測定法及び電磁界強度の推定法に基づいて適用する。

3.2.1 電磁界強度指針値

(1) 管理環境

管理環境に該当する場合の電磁界強度指針値を表2(a)及び2(b)に示す。測定対象空間が局所的にこの表の値を満足しない場合には、3.2.2(1)の補助指針を適用する。表2(a)及び2(b)の指針値をグラフ化したものを図1及び図2に示す。

~~測定対象空間が局所的にこの表の値を満足しない場合には、3.2.2(1)の補助指針を適用する。表2(a)及び2(b)の指針値をグラフ化したものを図1及び図2に示す。~~

表2(a) 管理環境の電磁界強度（6分間平均値）の指針値

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
10kHz — 30kHz	614	163	
30kHz <u>100kHz</u> — 3MHz	614	4.9f (MHz) ⁻¹ (163 49 — 1.63)	/
3MHz — 30MHz	1,842f (MHz) ⁻¹ (614 — 61.4)	4.9f (MHz) ⁻¹ (1.63 — 0.163)	
30MHz — 300MHz	61.4	0.163	1
300MHz — 1.5GHz	3.54f (MHz) ^{1/2} (61.4 — 137)	f (MHz) ^{1/2} /106 (0.163 — 0.365)	f (MHz)/300 (1 — 5)
1.5GHz — 300GHz	137	0.365	5

表2(b) 管理環境の低周波領域刺激作用からの人体防護における係る電磁界強度（~~平均時間< 1秒~~）の指針値

周波数 f	電界強度の実効値 E (√k V/m)	磁界強度の実効値 H (A/m)	<u>磁束密度の実効値</u> (T)
10kHz — 100kHz <u>10MHz</u>	2,000 <u>1.7 × 10⁻¹</u>	163 <u>80</u>	<u>1 × 10⁻⁴</u>

注1：15MHz以下において接触ハザードが防止されていない場合の電界強度の実効値は、15MHz以下の周波数では137V/m以下(平均時間<1秒)でなければならない。ただし、これを満たさない場合であって、表2(a)及び表2(b)の指針値を下回る時は、補助指針3.2.2(2)を適用することで、接触電流からの防護を確実なものとすることができる。

注2：人体の非接地条件を満たさない場合の電磁界強度の実効値（平均時間6分間）は、3MHzから30MHzまでの周波数では3,200f(MHz)^{-3/2}V/m（すなわち614V/m~20V/m）、30MHzから100MHzまでの周波数では20V/m、100MHzから300MHzまでの周波数では0.2f(MHz)V/m（すなわち20V/m~61.4V/m）以下でなければならない。ただし、これを満たさない場合であって、表2(a)

の指針値を下回る時は、補助指針 3-2.2.2(3) を適用することができる。

注3：表 2.2(a) に示した平均時間内において、電界強度又は磁界強度が変化する場合は平均時間内で実効値の自乗平均平方根した値を用い、電力密度が変化する場合は平均時間内での平均値を用いる。

注4：表 2(a)について、電磁界が指針値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、電界強度及び磁界強度に関しては各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、電力密度に関しては各周波数成分の指針値に対する割合の和を求め、これらの総和の総和を求め、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、これらが1を超えてはならない。

表 2(b)について、電磁界が指針値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、電界強度、磁界強度及び磁束密度に関して、各周波数成分の指針値に対する割合の和を求め、これらの総和が1を超えてはならない。

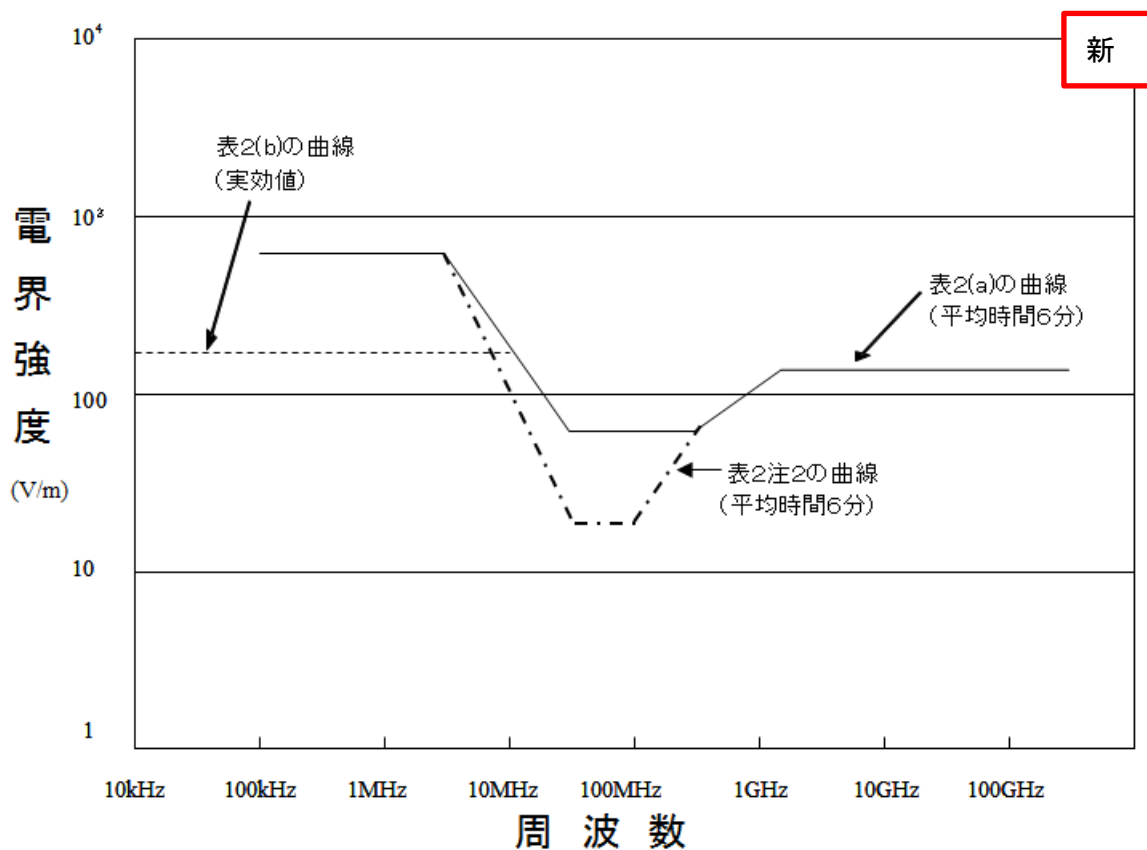
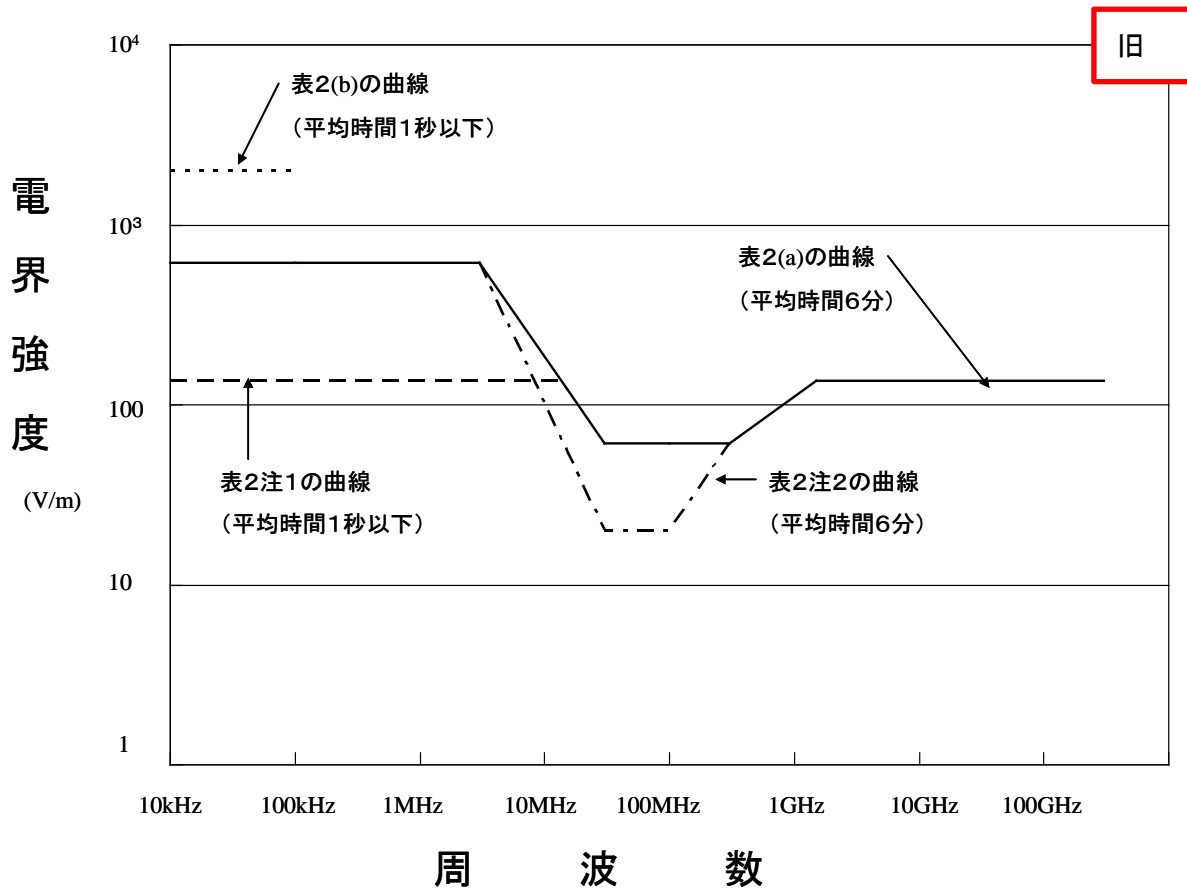


図1 電界強度指針値 (管理環境)

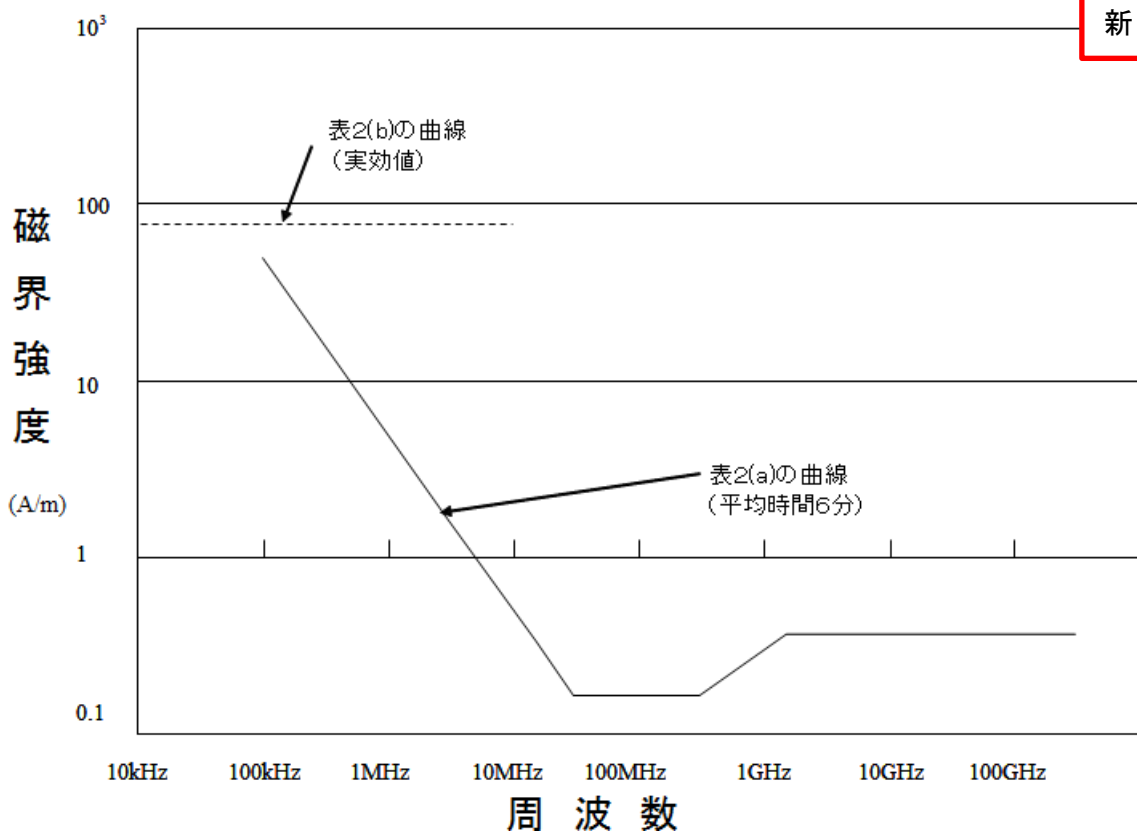
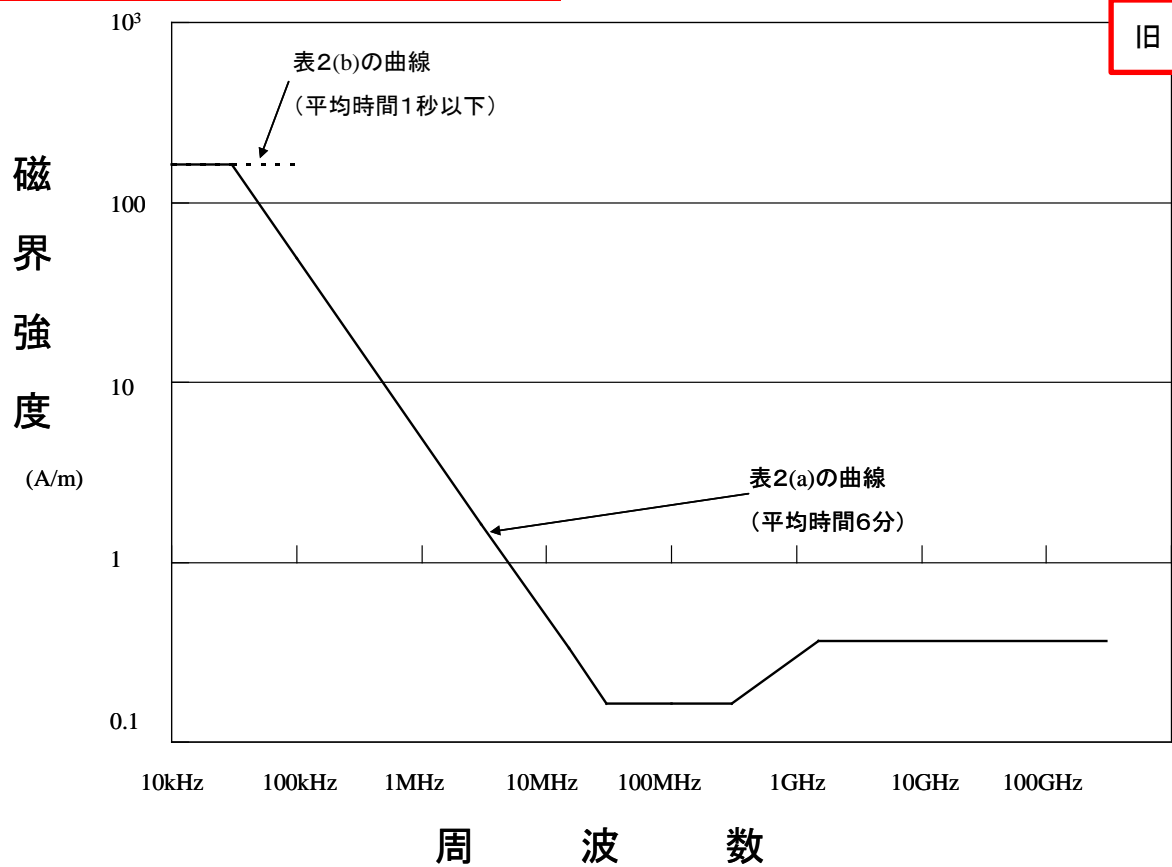


図2 磁界強度指針値 (管理環境)

(2) 一般環境

一般環境に該当する場合の電磁界強度指針値を表 3(a) 及び表 3(b) に示す。

測定対象空間が局所的にこの表の値を満足しない場合には、3.2.2(1) の補助指針を適用する。

—表 3(a) 及び 3(b) の指針値をグラフ化したものを図 3 及び図 4 に示す。

表 3 (a) 一般環境の電磁界強度（6 分間平均値）の指針値

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
10kHz—30kHz	275	72.8	
30kHz 100kHz — 3MHz	275	2.18f (MHz) ⁻¹ (7221.8 —0.728)	
3MHz — 30MHz	824f (MHz) ⁻¹ (275—27.5)	2.18f (MHz) ⁻¹ (0.728—0.0728)	
30MHz —300MHz	27.5	0.0728	0.2
300MHz—1.5GHz	1.585f (MHz) ^{1/2} (27.5—61.4)	f (MHz) ^{1/2} /237.8 (0.0728—0.163)	f (MHz) /1500 (0.2—1)
1.5GHz—300GHz	61.4	0.163	1

表 3 (b) 一般環境の低周波領域刺激作用からの人体防護における係る電磁界強度（平均時間<1秒）の指針値

周波数 f	電界強度の実効値 E(V) (kV/m)	磁界強度の実効値 H (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz — 100kHz 10MHz	8948.3 × 10⁻²	72.821	2.7 × 10⁻⁵

注 1 : 15MHz 以下において接触ハザードが防止されていない場合の電界強度の実効値は、15MHz 以下周波数では 61.4V/m 以下(平均時間<1秒)でなければならない。ただし、これを満たさない場合であって、表 3(a)及び表 3(b)の指針値を下回る時は、補助指針 3.2.2(2) を適用することで、接触電流からの防護を確実なものとすることができる。

注 2 : 人体の非接地条件を満たさない場合の電界強度の実効値（平均時間 6 分間）は、3 MHz から 30 MHz までの周波数では $1,430f \text{ (MHz)}^{-3/2} \text{ V/m}$ （すなわち 275 V/m~9 V/m）、30 MHz から 100 MHz までの周波数では 9 V/m、100 MHz から 300 MHz までの周波数では $0.09f \text{ (MHz)} \text{ V/m}$ （すなわち 9 V/m~27 V/m）以下でなければならない。ただし、これを満たさない場合であって、表 3(a) の指針値を下回る時は、補助指針 3.2.2(3) を適用することができる。

注 3 : 表 3 (a) に示した平均時間内において、電界強度及び磁界強度が変化する場合は平均時間内で実効値の自乗平均平方根した値を用い、電力密度が変化する場合は平均時間内での平均値を用いる。

注 4 : 表 3(a) について、電磁界が指針値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、電界強度及び磁界強度に関しては各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、電力

密度に関しては各周波数成分の指針値に対する割合の和を求め、これらの総和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、これらが1を超えてはならない。

表3(b)について、電磁界が指針値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、電磁界が指針値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、電界強度、磁界強度及び磁束密度に関して、各周波数成分の指針値に対する割合の和を求め、これらの総和が1を超えてはならない。

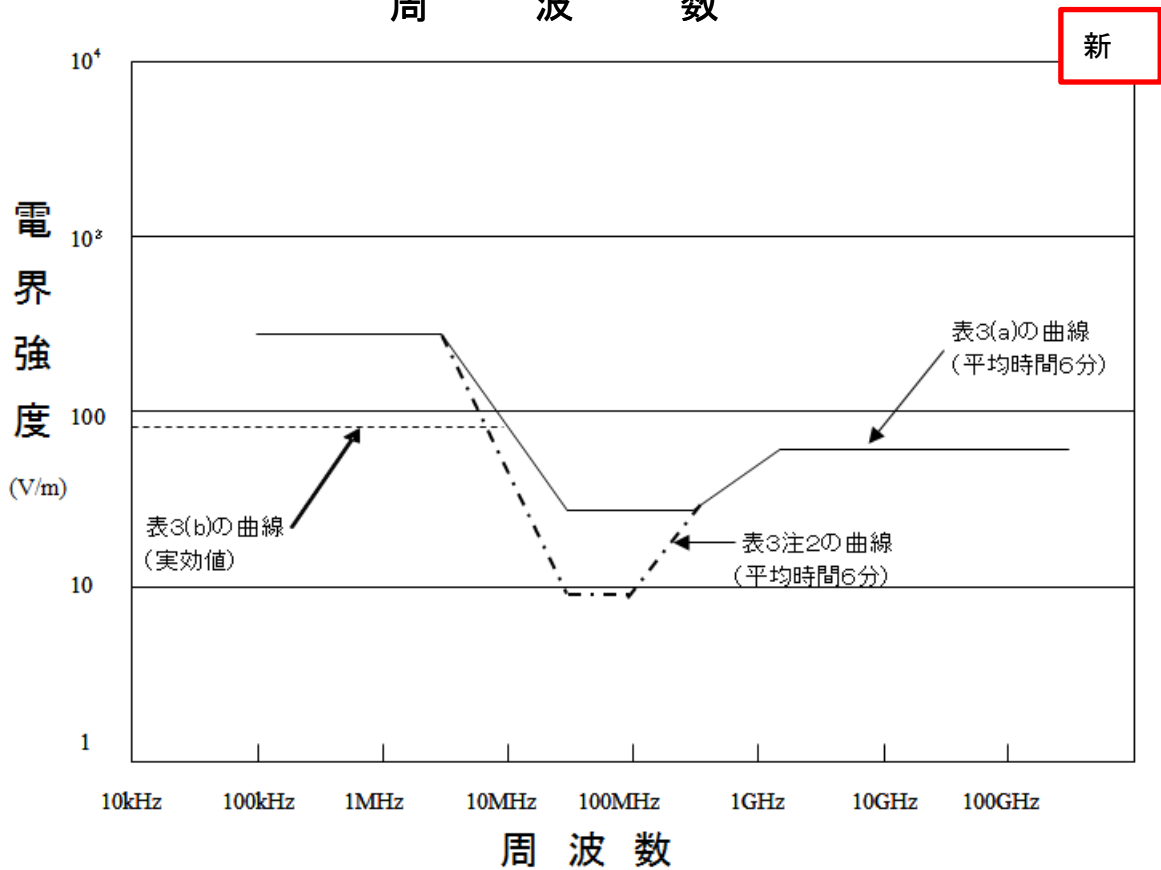
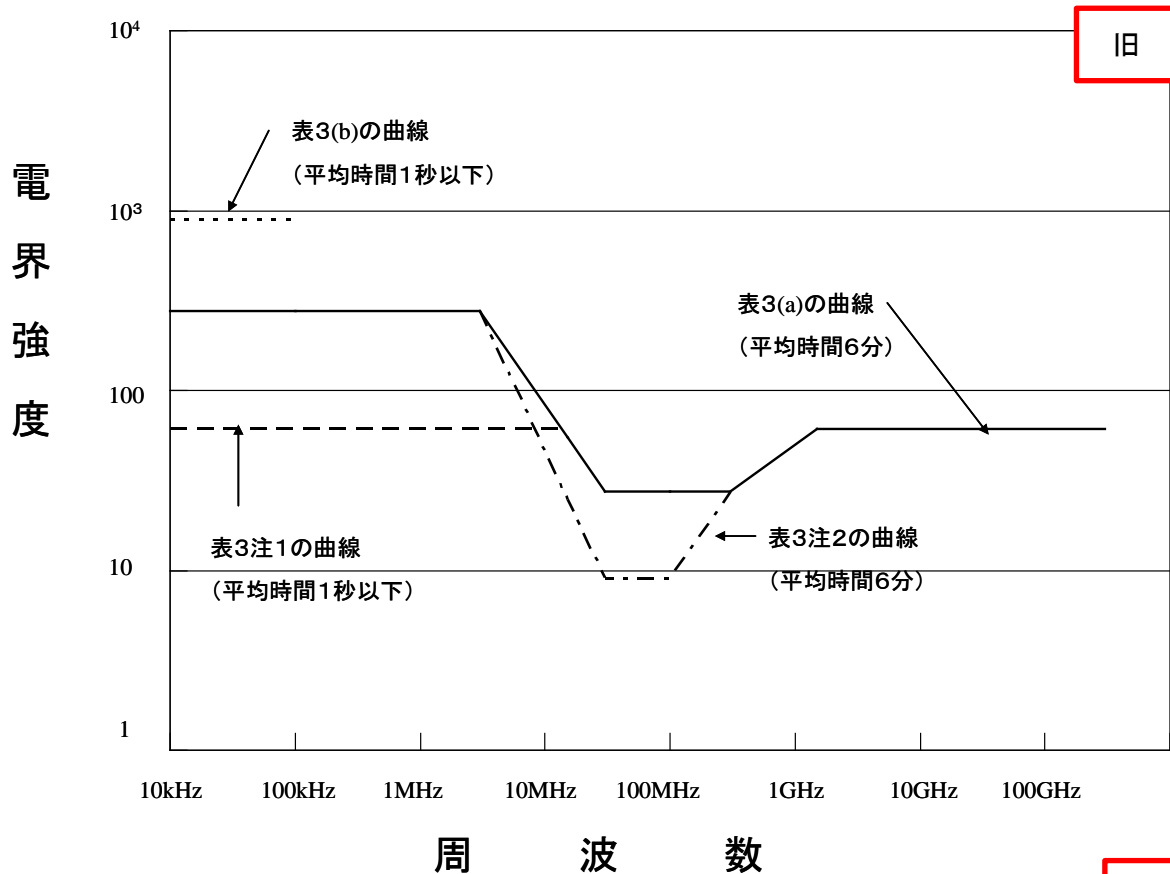


図3 電界強度指針値（一般環境）

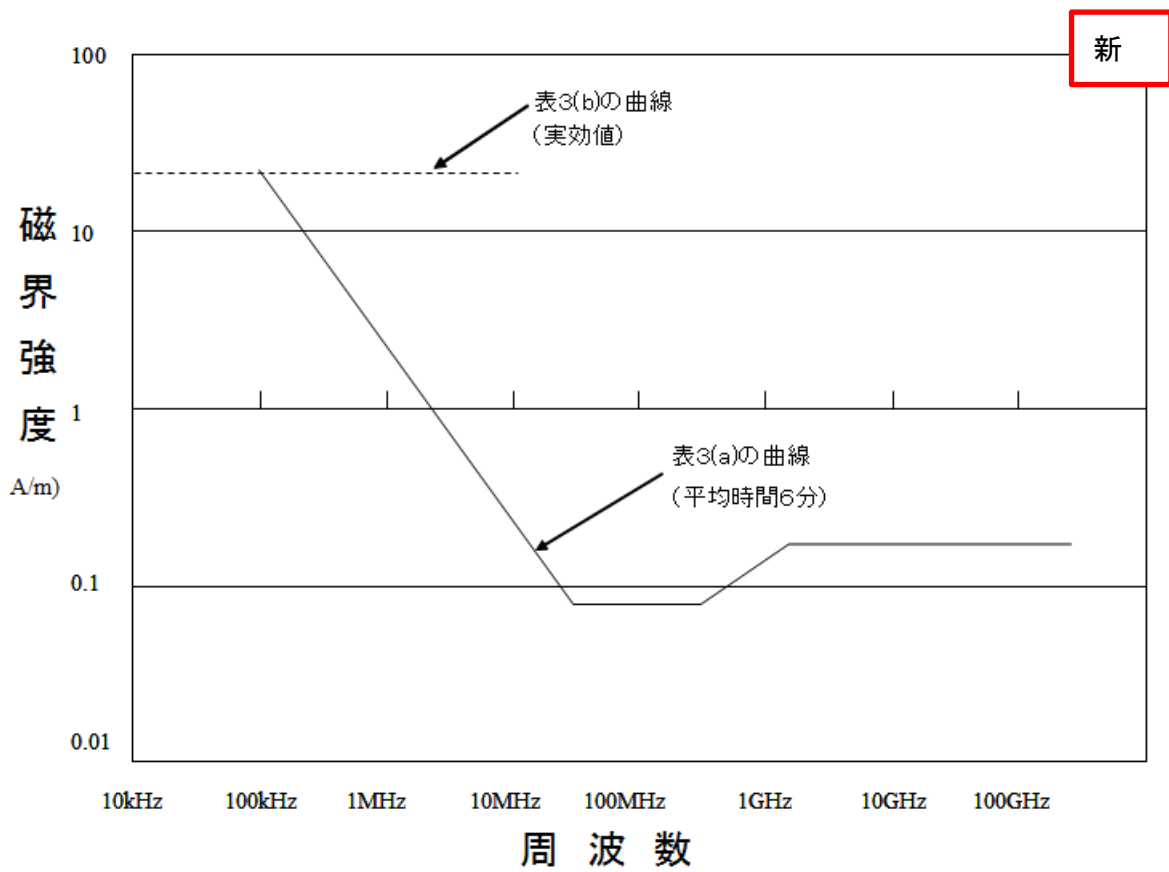
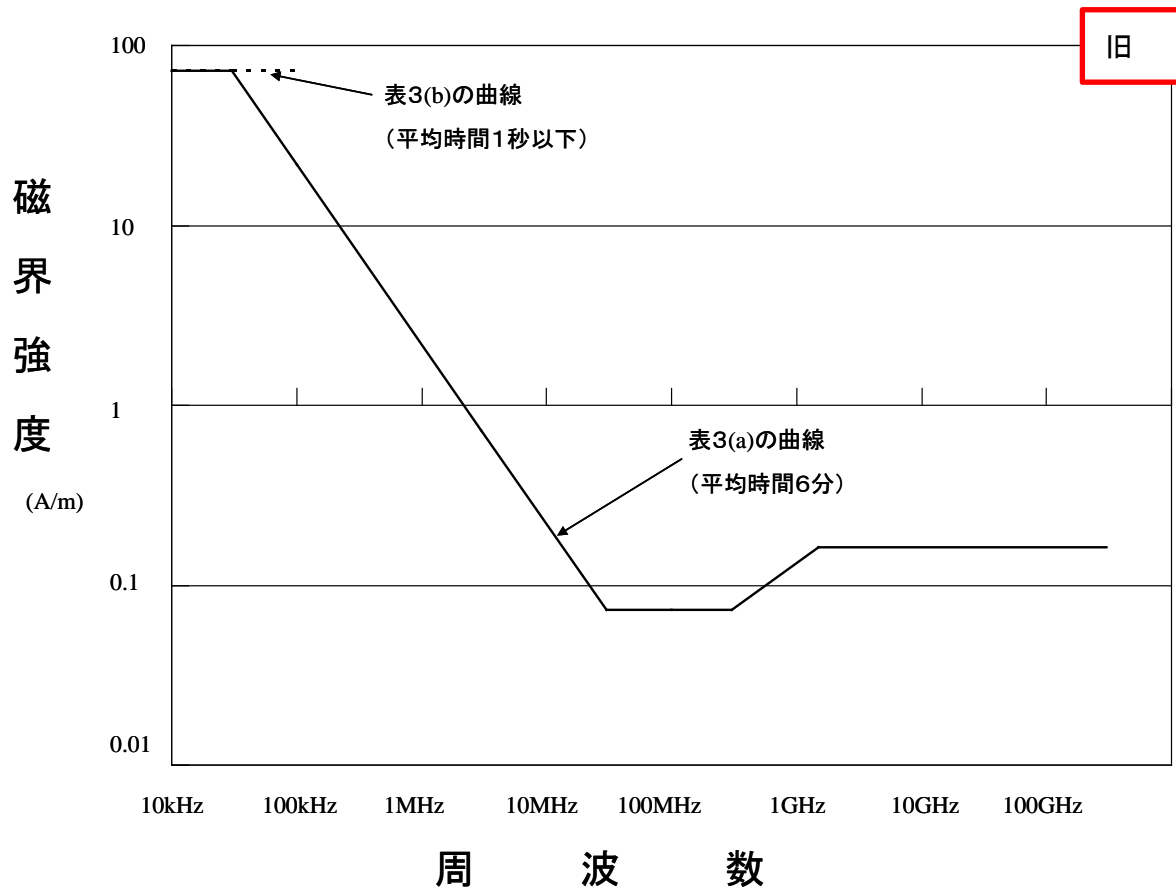


図4 磁界強度指針値（一般環境）

3.2.2 補助指針

電磁界強度指針だけでは防護指針を満たしていることを示すことができない場合に、人体が電磁波にさらされる状況、考慮すべき生体作用等に着目してより厳密に評価するための指針である。

(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

周波数に応じて該当する条件が全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。対象とする周波数が以下の区分にまたがって存在する場合は、①(b)、②(a)及び(b)、③(a)及び(b)、並びに④(a)、(b)及び(c)については各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。

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等については、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なうことが望ましい。

① 周波数が300MHz未満以下の場合

(a) 10kHzから10MHz未満における刺激作用からの防護に関して、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界強度又は磁界強度の空間的な平均値(単純平均値)が、対応する環境(管理環境あるいは一般環境)の電磁界強度指針(3.2.1項)以下であること。その場合、局所的ばく露は指針値を上回ってもよいが、基本制限を上回ってはならない。

なお、表2あるいは表3の注1と注4は、本項でも適用する。

(a)(b) 100kHzから300MHz未満における熱作用からの防護(平均時間6分間の電磁界強度指針値)に関して、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、対応する環境(管理環境あるいは一般環境)の電磁界強度指針(3.2.1項)3.2.1項表2(a)または表3(a)以下であること。

なお、表2あるいは表3の注1～注4は、本項でも適用する。

② 周波数が300MHzから1GHz未満の場合

(a) 電磁放射源及び金属物体から10cm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、対応する環境(管理環境あるいは一般環境)の電磁界強度指針(3.2.1項)以下であること。

なお、表2あるいは表3の注1～3及び注4は、本項でも適用する。

(b) 四肢を除く人体の占める領域内における電力密度の空間的な最大値が、管理環境では20mW/cm²以下(6分間平均値)、一般環境では4mW/cm²以下(6分間平均値)であること。ただし、電磁放射源及び金属物体から10cm以上離れた空間のみを対象とする。

なお、表2あるいは表3の注3及び注4は、本項でも適用する。

③ 周波数が1GHzから3GHz未満の場合

(a) 電磁放射源及び金属物体から10cm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、対応する環境(管理環境あるいは一般環境)の電磁界強度指針(3.2.1

項)以下であること。

なお、表2あるいは表3の注1～3及び注4は、本項でも適用する。

- (b) 四肢を除く人体の占める領域内における電力密度の空間的な最大値が、管理環境では20mW/cm²以下(6分間平均値)、一般環境では4mW/cm²以下(6分間平均値)であること。ただし、電磁放射源及び金属物体から10cm以上離れた空間のみを対象とする。

なお、表2あるいは表3の注3及び注4は、本項でも適用する。

- (c) 頭部に入射する電力密度の空間的な最大値が、管理環境では10mW/cm²以下(6分間平均値)、一般環境では2mW/cm²以下(6分間平均値)であること。ただし、電磁放射源及び金属物体から10cm以上離れた空間のみを対象とする。

なお、表2あるいは表3の注3及び注4は、本項でも適用する。

④ 周波数が3GHz以上の場合

- (a) 電磁放射源及び金属物体から10cm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、対応する環境(管理環境あるいは一般環境)の電磁界強度指針(3.2.1項)以下であること。

なお、表2あるいは表3の注1～3及び注4は、本項でも適用する。

- (b) 電磁放射源及び金属物体から10cm以上離れた空間での体表に入射する電力密度の空間的な最大値が、管理環境の場合は50mW/cm²以下、一般環境の場合は10mW/cm²以下(いずれも6分間平均値)であること。

なお、表2あるいは表3の注3及び注4は、本項でも適用する。

- (c) 電磁放射源及び金属物体から10cm以上離れた空間での眼に入射する電力密度が、管理環境の場合は10mW/cm²以下(6分間平均値)、一般環境の場合は2mW/cm²以下(6分間平均値)であること。

なお、表2あるいは表3の注3及び注4は、本項でも適用する。

以上の各条件を表4-1に示す

表 4-1 不均一又は局所的にさらされる場合の補助指針

	10kHz ～300MHz	300MHz ～1GHz	1GHz～3GHz	3GHz～300GHz
電磁界強度の 単純平均値 (刺激作用)	管理環境：表 2 (b)の電磁界強 度指針値以下 一般環境：表 3 (b)の電磁界強 度指針値以下			
電磁界強度の 空間的平均値 (熱作用)	100kHz 以上の周波数帯において、 管理環境：表 2 の電磁界強度指針値以下（注 1 から注 4 も適用） 一般環境：表 3 の電磁界強度指針値以下（注 1 から注 4 も適用）			
電磁界強度の 空間的最大値			四肢以外： 管理環境：20mW/cm ² 一般環境：4mW/cm ²	体表： 管理環境：50mW/cm ² 一般環境：10mW/cm ²
			頭部： 管理環境：10mW/cm ² 一般環境：2mW/cm ²	眼： 管理環境：10mW/cm ² 一般環境：2mW/cm ²
適用する空間	電磁放射源、金 属物体から 20cm 以上離れ た人体の占め る空間	電磁放射源、金属物体から 10cm 以上離れた人体の占める空間		

(2) 接触電流に関する指針

(a) 管理環境で接触ハザードが防止されていない場合

10kHz から 10MHz までの周波数において、10kHz から 100kHz までの周波数において測定された接触電流が $40^{-3}f(\text{Hz})0.4f(\text{kHz})\text{mA}$ 以下（平均時間 < 1 秒）、100kHz から 15MHz までの周波数においては実効値）、100kHz から 10MHz までの周波数においては 40mA 以下（実効値）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、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求める。これらが 1 を超えてはならない。

100kHz から 15MHz までの周波数において測定された接触電流が 100mA 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、その各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。

(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 10MHz までの周波数において、極端に大きな非接地金属体に電流が誘導されるような場合や、磁界の影響による接触電流が想定される場合等においては、10kHz から 100kHz までの周波数において測定された接触電流が $4.5 \times 10^{-4} f(\text{Hz}) \cdot 0.2 f(\text{kHz}) \text{mA}$ 以下（平均時間 < 1 秒）、~~100kHz から 15MHz までの周波数においては実効値）、100kHz から 10MHz までの周波数においては 20mA 以下（実効値）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、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求め、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、これらが 1 を超えてはならない。
100kHz から 15MHz までの周波数において測定された接触電流が 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、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、これらの総和が 1 を超えてはならない。

(3) 足首誘導電流に関する指針

(a) 管理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 100mA 以下であること。

ただし、足首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、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、これらの総和が 1 を超えてはならない。

(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、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、これらの総和が 1 を超えてはならない。

3.2.3 局所吸収指針

(a) 適用範囲

本指針は、周波数 100kHz から 6GHz までに適用する。

局所吸収指針の主な対象は、携帯電話端末等の小型無線機であり、電磁放射源に寄与するアンテナや筐体が人体に極めて近接して使用される場合を想定している。

具体的には、本指針（局所吸収指針）は、電磁放射源（主にアンテナ）や放射に関わる金属（筐体等）と人体との距離が 20cm 以内の場合に適用される。また、それ以外の距離に

においても、電磁界強度指針、補助指針又は局所吸収指針のいずれか1つを満たせば基礎指針を満たしていると判断できる。ただし、周波数が300MHz以上300GHz未満であって、10cm以上20cm以内の距離における電磁界強度指針又は補助指針の適用は排除されない。

なお、空中線電力の平均電力が20mW以下の無線局については、仮に無線局の全出力が身体のごく一部に吸収される場合でも、局所SARの電波防護指針を満たしており、評価の必要性はないものと考えられる。また、管理環境においては、同100mW以下の無線局については、評価の必要性がないものと考えられる。

(b) 管理環境

次の要件を全て満たすこと。

- <1> 全身平均SARの任意の6分間平均値が、0.4W/kg以下であること。
- <2> 任意の組織10g当りの局所SAR（6分間平均値）が10W/kg（四肢では20W/kg）を超えないこと。
- <3> 接触ハザードが防止されていない場合は、100kHzから10MHzまでの周波数において接触電流が40mA以下（実効値）であり、100kHzから100MHzまでの周波数において接触電流が100mA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、その各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100kHzから10MHzまでの周波数については、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、それらが1を超えてはならず、100kHzから100MHzまでの周波数については、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和の総和が1を超えてはならない。

- <4> 100kHzから10MHzにおいて体内電界強度が $2.7 \times 10^{-4} \times f$ (Hz) V/mを超えないこと。

ただし、体内電界強度がこの指針値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、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、それらが1を超えてはならない。

なお、周波数100MHz以上の無線局は、<3>に述べた接触電流に関する指針に基づく評価を行う必要はない。また、周波数10MHz以上の無線局は、<4>に述べた体内電界強度に関する指針に基づく評価を行う必要はない。

(c) 一般環境

次の要件を全て満たすこと。

- <1> 全身平均SARの任意の6分間平均値が、0.08W/kg以下であること。
- <2> 任意の組織10g当たりの局所SAR（6分間平均値）が2W/kg（四肢では4W/kg）を超えないこと。
- <3> 接触ハザードが防止されていない場合は、100kHzから10MHzまでの周波数において接触電流が20mA以下（実効値）であり、100kHzから100MHzまでの周波数においては接触電流が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、その各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100 kHzから10MHzまでの周波数については、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、それらが1を超えてはならず、100kHzから100MHzまでの周波数については、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和の総和が1を超えてはならない。

<4> 100 kHz から 10 MHz において体内電界強度が $1.35 \times 10^{-4} \times f(\text{Hz})$ V/m を超えないこと。

ただし、体内電界強度がこの指針値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、その各周波数成分の指針値に対する割合の和の総和を求めるか、各周波数成分の指針値に対する割合について指針値の周波数特性に応じた適切な重み付け平均を求め、それらが1を超えてはならない。

なお、周波数100MHz以上の無線局は、<3>に述べた接触電流に関する指針に基づく評価を行う必要はない。また、周波数10MHz以上の無線局は、<4>に述べた体内電界強度に関する指針に基づく評価を行う必要はない。

3.3 基礎指針

基礎指針を表5-5-1に示す。基礎指針は、熱作用からの人体防護についての管理指針の根拠となる概念であるとともに、生体作用発生の可能性を判断するための基礎を与えるものである。

表5-5-1 基礎指針

1	全身平均 SAR の任意の 6 分間平均値が、0.4W/kg 以下であること。
2	10kHz から 100kHz までの周波数では、組織内の誘導電流密度が $0.35 \times 10^{-4} f[\text{Hz}] \text{mA/cm}^2$ 以下であること。
2	(削除)
3	10kHz から 100kHz までの周波数では、接触電流などが体外からの流入電流が $10^{-3} f[\text{Hz}] \text{mA}$ 以下 (平均時間 < 1 秒間) であること。また、100kHz から 100MHz までの周波数では、<u>において、接触電流など対外からの流入電流が 100mA 以下 (平均時間 6 分間) であること。</u>
4	上記の(1)(2)及び(3)に加え、次の点に関して注意事項として考慮すること。 (a) 全身平均 SAR の任意の 6 分間平均値が 0.4W/kg 以下であっても、任意の組織 1g 当りの SAR (6 分間平均値) が 8W/kg (体表と四肢では 25W/kg) を超えないことが望ましい。 (b) 3GHz 以上の周波数においては、眼への入射電力密度 (6 分間平均) が 10mW/cm^2 以下とすること。

3.4 基本制限

低周波領域における刺激作用からの人体防護について、基本制限を表5-2に示す。基本制限は、健康への有害な影響に至る可能性のある電波ばく露による生体内現象と直接関連する物理量についての制限値と定義する。基礎指針による適合性確認が、管理指針により適合性確認できない場合の例外的措置と位置づけられているのに対し、基本制限は積極的に適合性確認に用いられることが想定される。

表5-2：刺激作用からの人体防護に係る基本制限（実効値）

ばく露特性	周波数範囲	管理環境	一般環境
		体内電界 (V/m)	体内電界 (V/m)
頭部と体部の 全組織	10kHz - 10MHz	$2.7 \times 10^{-4} \times f$	$1.35 \times 10^{-4} \times f$

(注1) f は周波数【Hz】

(注2) 100kHz 以上の周波数範囲では、熱作用の指針値についても考慮することが必要

3.5 注意事項

(1) 医療目的の場合

電磁波を医療目的で用いる場合、医療従事者が電磁界にさらされる状況は本指針の適用の対象となるが、患者に関しては医療効果を考慮して判断すべき問題であり、医師が本指針で示された安全性の限界を十分に認識した上で用いる場合に限り適用の対象とはしない。しかし、例えば膝の関節の治療に有効な電波も眼には有害となる可能性があることから、必要以上に広範囲に電磁波を照射することを避けるとともに、漏洩電磁界には十分注意する必要がある。

(2) ペースメーカー装着者

ペースメーカー装着者が電波利用をする場合は、担当医師の指示に従うべきであり、この指針ではペースメーカー装着者を対象とはしない。

(3) 体内に金属を埋め込んでいる人

体内に金属を埋め込んでいる場合は、指針値以下の電磁界でも予想外の局所的な発熱などを引き起こす可能性があり、注意が必要である。

(4) 体に金属を身につけている人

金属を身につけている場合は、特に誘導加熱炉などの近くでは、指針値以下の電磁界でも金属が発熱する可能性があり、注意が必要である。

付属書. 非正弦波へのばく露

非正弦波へのばく露については、以下の通り取り扱うことが可能である。

(中略) 100 kHz 以下の低周波では、電界および、特に磁界は、ほとんどの場合、幅広い周波数帯に分布する高調波成分によって歪められている。その結果、電界および磁界の波形は複雑な（しばしばパルス状の）パターンを示す。そのような電界および磁界を、例えばフーリエ変換法 (FT) を用いて、離散スペクトル成分に分解し、前述の複数周波数に対するルールを適用することが常に可能である。この手法は、スペクトル成分は同位相で加算される、すなわち、全ての最大値は同時点に起きるという仮定に基づいており、その結果、一個の鋭いピーク値が生じる。この仮定が現実的となるのは、スペクトル成分の数が限られていて、それらの位相がコヒーレントでない、すなわちランダムな場合である。位相がコヒーレントに固定されている場合には、この仮定は必要以上に安全側の見積もりとなる。さらに、FT スペクトル解析におけるサンプリングや窓関数によってスプリアス周波数が発生するために、ばく露比の線形総和が人為的に増加する可能性がある。

スペクトル法に代わる選択肢として、基本制限または参考レベルに関連するフィルタ関数を用いて、外部電界および外部磁界、誘導電界ならびに誘導電流に重み付けをする方法がある (ICNIRP 2003; Jokela 2000)。高調波成分からなる広帯域の電界および磁界の場合、フィルタリングによって課せられる制限は数学的に次のように表わされる。

$$\left| \sum_i \frac{A_i}{EL_i} \cos(2\pi f_i t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1 \quad (5)$$

ここで、 t は時間； EL_i は第 i 高調波周波数 f_i でのばく露制限値； A_i 、 θ_i 、および φ_i は、第 i 高調波周波数における電界および磁界の振幅、位相角、およびフィルタの位相角である。位相角を除き、この方程式は第 2 章 (6) の式 (2) ~ (4) の加算式と同様である。重み付けの実際的方法（重み付けピーク値ばく露の決定）に関する詳しいガイダンスは、ICNIRP によるガイドライン「時間変化する電界および磁界へのばく露制限に関するガイドライン (1Hz から 100Hz まで)」(2010) の付属書を参照することができる。