

電波防護指針とICNIRPガイドラインの概要

第1回作業班
渡辺(NICT)

電波防護指針の策定

- 1988年6月電気通信技術審議会諮問第38号「電波利用における人体の防護指針」
- 電波防護指針委員会(委員長:大越孝敬東大先端研教授、24人)
 - 防護指針分科会(委員長:齊藤正男東大医学部教授、20人)
 - 測定推定分科会(委員長:若井登東海大開発技術研教授、18人)
 - 1988年6月～1990年5月
委員会7回、分科会各10回
- 1990年6月答申
<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide38.pdf>
- 当時の日本の医学・工学の専門家を総動員し、2年間の長期にわたる審議を経て答申。

電波防護指針の改定

- 1996年11月電気通信技術審議会諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」
 - 生体電磁環境委員会(上野照剛東大医学部教授)
 - 1997年4月答申
 - 補助指針の改定
 - 局所吸収指針の追加
- 2009年7月情報通信審議会諮問第2030号「局所吸収指針の在り方」
 - 局所吸収委員会(安藤真東工大教授; ~2010年)
電波利用環境委員会(藤原修名工大教授; 2011年~)
 - 2011年5月答申
 - 局所吸収指針の拡張(上限周波数を3GHzから6GHzに変更)

電波防護指針の目的と範囲(1)

- 電波防護指針とは、その電磁界が人体に好ましくない電磁現象(深部体温の上昇、電撃、高周波熱傷など)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と、それに基づく数値を示したものの。
- 電波防護指針において対象とする電磁界の周波数範囲は、電波法第2条に定められている範囲(「電波」とは、3,000 GHz以下の周波数の電磁波をいう。)を全て網羅することが望ましいが、周波数割当の現状、電波利用技術の動向等を考慮し、**10 kHzから300 GHz**までの周波数を対象とする。

電波防護指針の目的と範囲(2)

- ここで提示される電波防護指針は、膨大な量の研究報告の分析、評価を踏まえ、現時点における国際的審議機関の専門家等の間で、共通の認識に達している事項を基本として検討されている。(中略)

しかしながら、今後調査・研究等が進展し、科学的に裏付けされた根拠や新しい考え方が示された場合には、電波利用の状況等に応じて、電波防護指針の内容を改定することが必要であろう。

電波防護指針の構成

刺激作用(10 kHz ~ 100 kHz)

熱作用(100 kHz ~ 300 GHz)

安全率(~10倍)

基礎指針

全身平均SAR(熱作用), 誘導電流密度(刺激作用), 接触電流(刺激作用・熱作用), 局所SAR(熱作用)

管理指針(管理環境・一般環境(安全率~5倍))

電磁界強度指針

6分間平均値(10 kHz - 300 GHz)
1秒未満平均値(10 kHz - 100 kHz)

注意事項

1. 接触ハザード
2. 非接地条件
3. 時間変動
4. 複数の周波数成分

補助指針

不均一又は局所的なばく露
接触電流に関する指針
誘導電流に関する指針
低電力放射源(※1997年に
廃止)

局所吸収指針

(100 kHz - 6 GHz)
全身平均SAR
局所SAR
接触電流(100 kHz - 100
MHz)

電波防護指針の構成

刺激作用(10 kHz ~ 100 kHz)

熱作用(100 kHz ~ 300 GHz)

安全率(~10倍)

基礎指針

全身平均SAR(熱作用), 誘導電流密度(刺激作用), 接触電流(刺激作用・熱作用), 局所SAR(熱作用)

管理指針(管理環境・一般環境(安全率~5倍))

電磁界強度指針

6分間平均値(10 kHz - 300 GHz)
1秒未満平均値(10 kHz - 100 kHz)

注意事項

1. 接触ハザード
2. 非接地条件
3. 時間変動
4. 複数の周波数成分

補助指針

不均一又は局所的なばく露
接触電流に関する指針
誘導電流に関する指針
低電力放射源(※1997年に
廃止)

局所吸収指針

(100 kHz - 6 GHz)
全身平均SAR
局所SAR
接触電流(100 kHz - 100
MHz)

電波防護指針の強制規格化(1)

- 1997年諮問第89号答申において、電波防護指針の強制規格化が望ましいと勧告しつつ、考慮すべき要件についても記載されている。
 - 指針への適合性を確認する手法が確立されていること。
 - 適合性を確認する手法について十分な知識を有していない免許人がいる可能性に配慮すること。
 - 規制の形態は合理的で免許人や政府等の事務量の増大を極力防ぐものにすべき。

電波防護指針の強制規格化(2)

- 固定無線局(携帯電話基地局・放送タワー等)を対象とした規制(1999年～)
 - 告示301号において、刺激作用を考慮した電波防護指針値(10 kHz-100 kHz)が強制規格として採用されている。
- 携帯無線端末(携帯電話等)を対象とした規制(2002年～;2014年に改正予定)
- 電磁界強度指針の注意事項の一部、補助指針の一部は強制規格にはふくまれていない。

電波防護指針の現状

- 生体電磁環境研究推進委員会最終報告書(2006年)
 - 現行の電波防護指針は適当であり、直ちに改定の必要はない。
 - 今後、科学技術の進展により電波の利用形態が変化することを考慮し、国際動向や各種研究結果を踏まえながら必要に応じ、国際ガイドラインの改訂、電波防護指針の見直しの必要性について検討することが重要である。
- ICNIRP声明(2009年)
 - 1998年のICNIRPガイドライン発行以来、新たに発表された科学的知見からは電波防護指針値を直ちに改定する必要を示す証拠は見出されていない。

電波防護指針の課題

- 指針値の根拠の再確認・明確化を通じた信頼性の向上
- 法制化の際に必要な適合性評価方法の確立
- 国際ガイドラインとの整合性向上

ICNIRPガイドライン(2010)策定経緯

1. ICNIRPによる関連研究のレビュー(ICNIRP Reviewの発行;2003年)
2. IARCによる発がん性評価(IARC Monographの発行;2002年)
3. WHOによる健康リスク評価(WHO/EHCの発行;2007年)
4. ICNIRPによるガイドライン改定(2010年)

ICNIRPガイドラインの一般概念(1)

- 健康の定義はWHOより限定的
 - ICNIRP: 病理的な条件、相当な苦痛や不快感
 - WHO: 単に病気や疾病がないことだけではなく、肉体的、精神的、社会的な観点からの完全な安寧状態(well-being)であること。
- 不確かさを考慮
 - データベース、外挿
- 人々の多様性
 - 電波ばく露への耐性、同時ばく露

ICNIRPガイドラインの一般概念(2)

- ばく露許容値
 - 人体内における影響に関連した実効的な指標:
基本制限
- 安全側にたった簡略化
 - 人体外の基本制限に関連した評価可能な実用的な指標: 参考レベル

ICNIRPガイドライン(2010)で防護対象 となる人々の分類



公衆ばく露
全世代
様々な健康状態
無意識なばく露

職業的ばく露
成人
既知のばく露条件
職業活動によるばく露
意識下のばく露

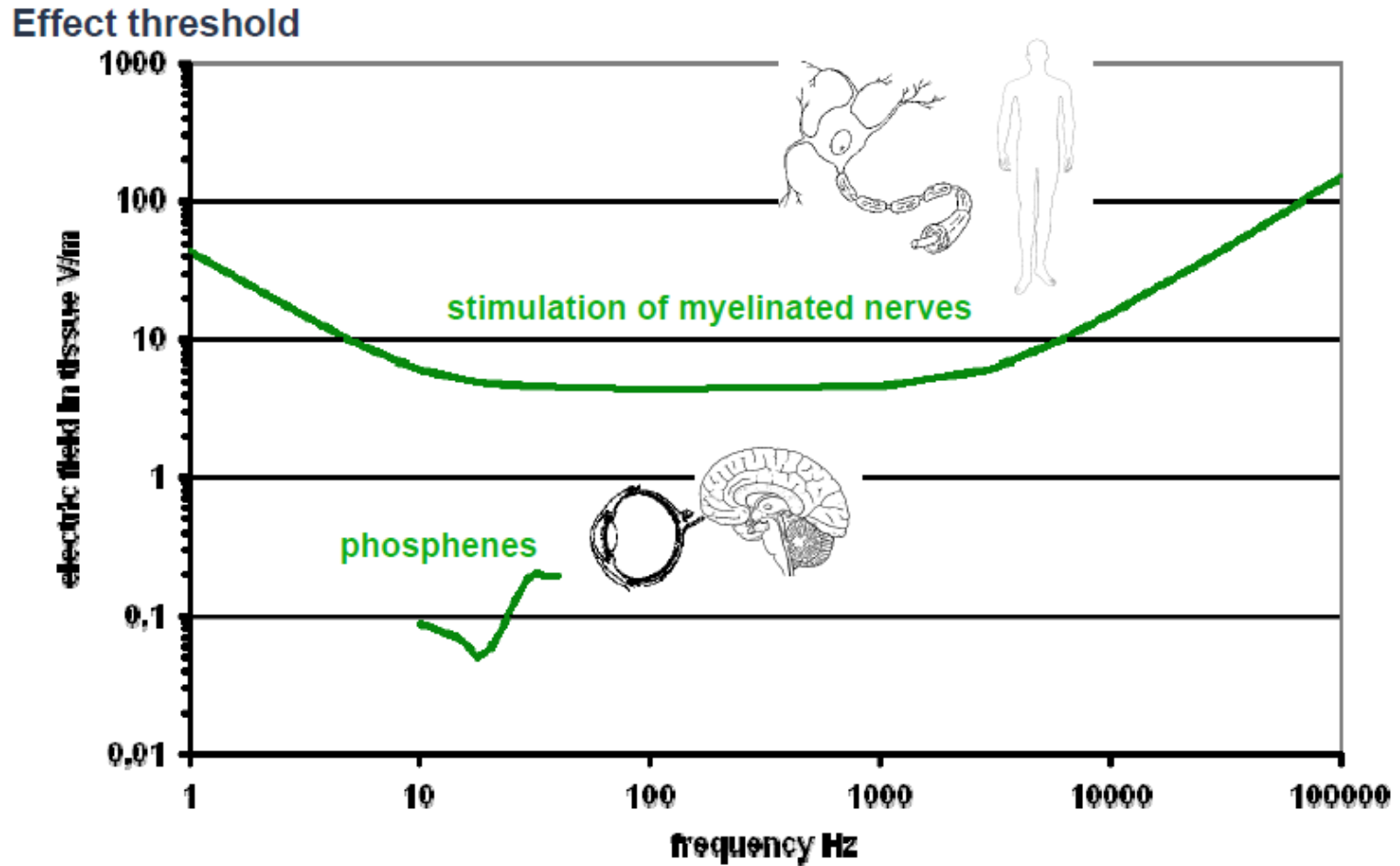


**管理された環境での
ばく露**
指導と訓練
自主的かつ意図的
過渡的な影響を許容

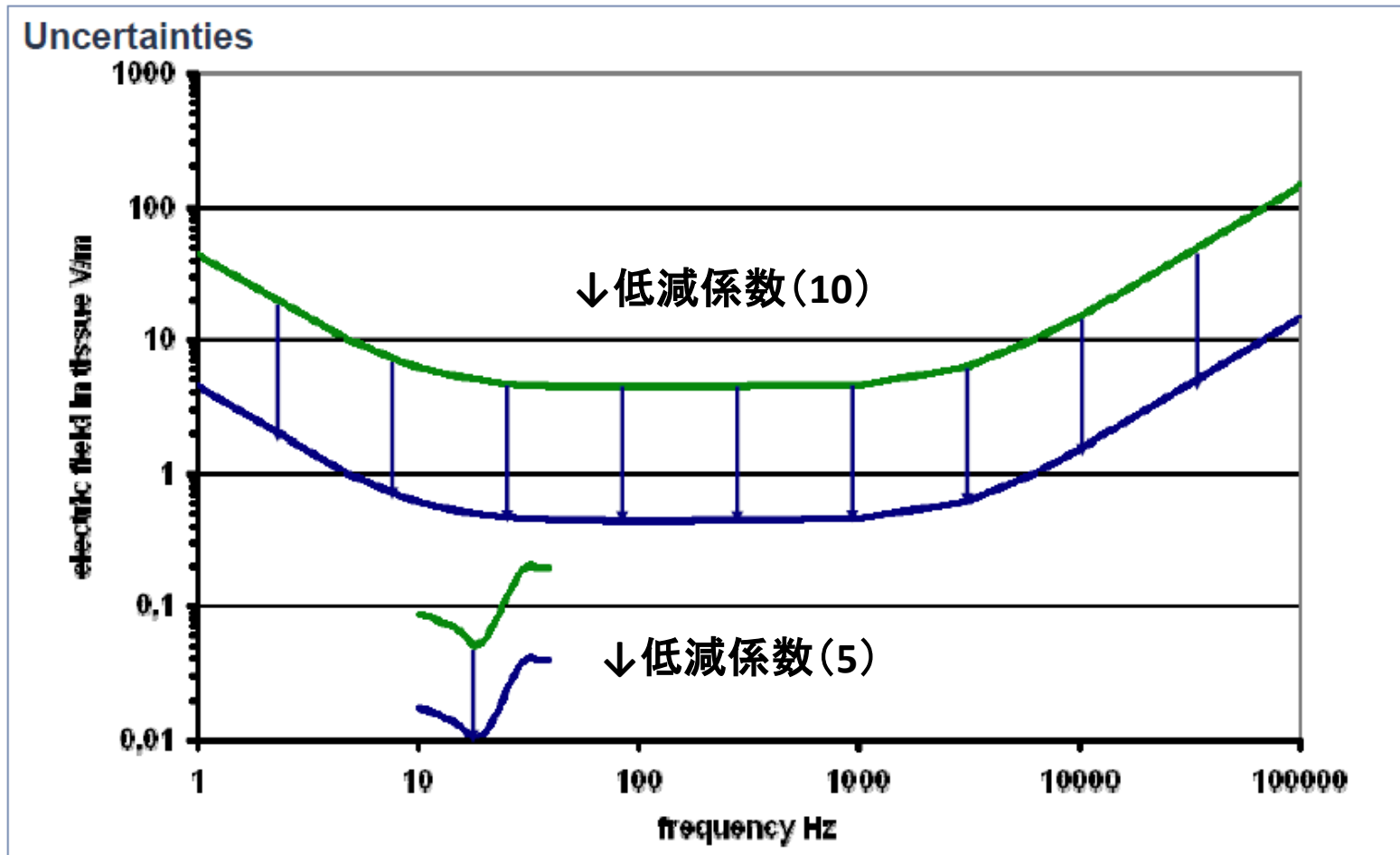
ICNIRPガイドライン(2010)で考慮されている健康影響

- 表面電荷効果(知覚閾値は2-5kV/m)
- 接地導体との火花放電(痛覚閾値は5kV/m)
- 絶縁導体と接地人体間の放電
- 誘導電界による神経生理学的影響
- 発がん
 - IARCは低周波磁界の発がん性を2Bと評価
 - しかし、ICNIRPは低周波磁界の発がん性については定量的な曝露許容値の根拠にはならないと結論
 - 低周波磁界の発がん性は各国のリスク管理において考慮してもよい

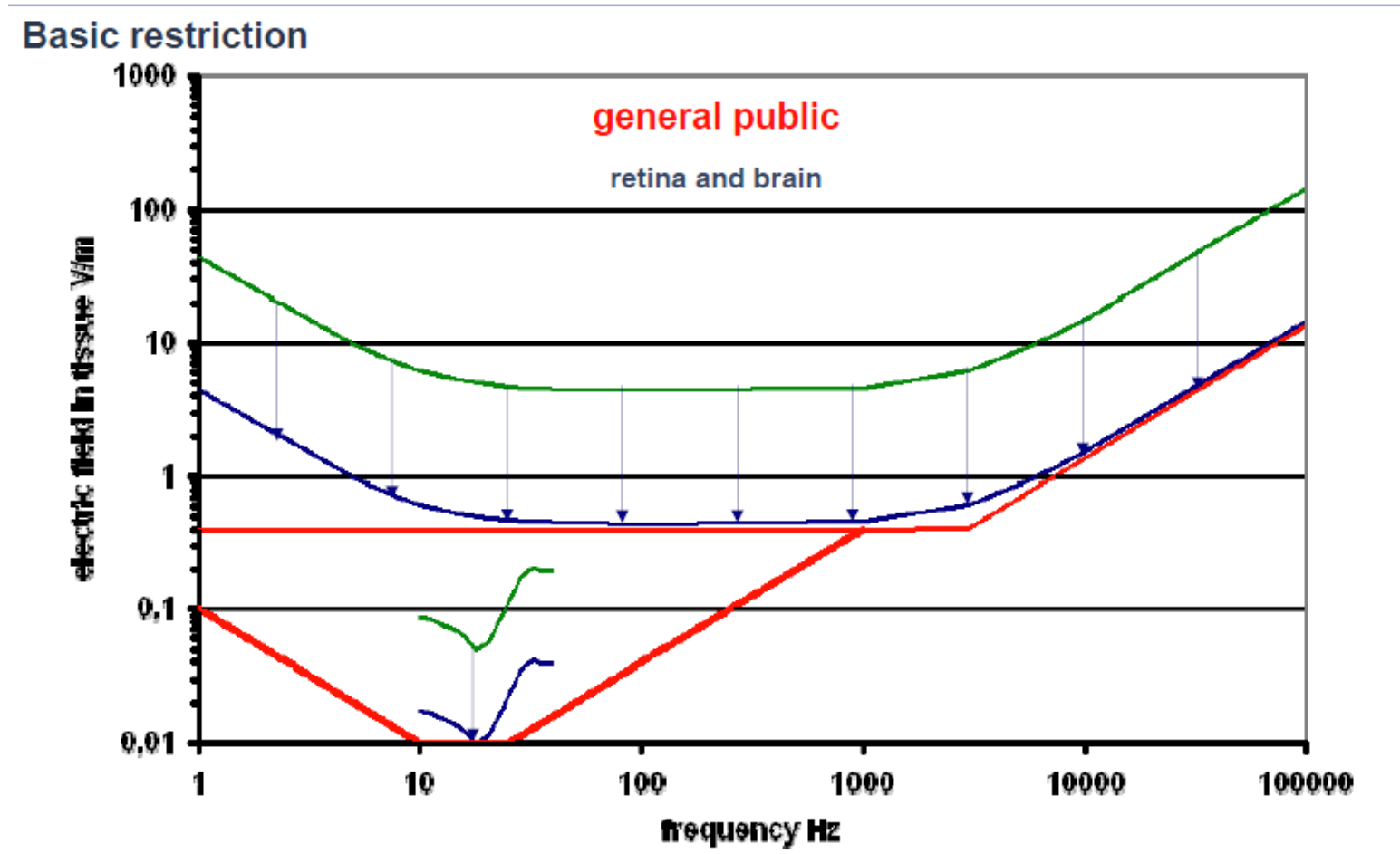
健康影響閾値



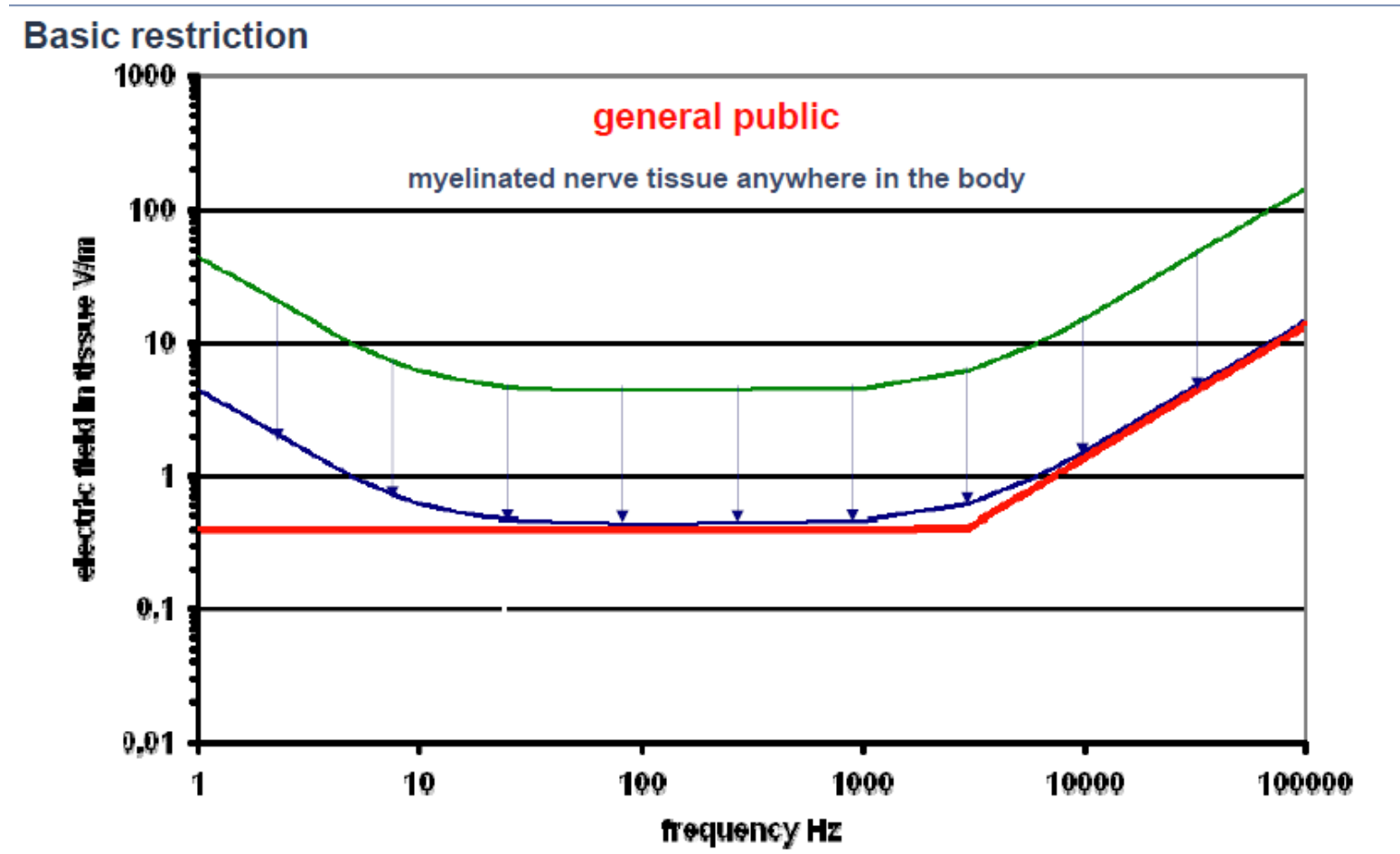
公衆に対する低減係数



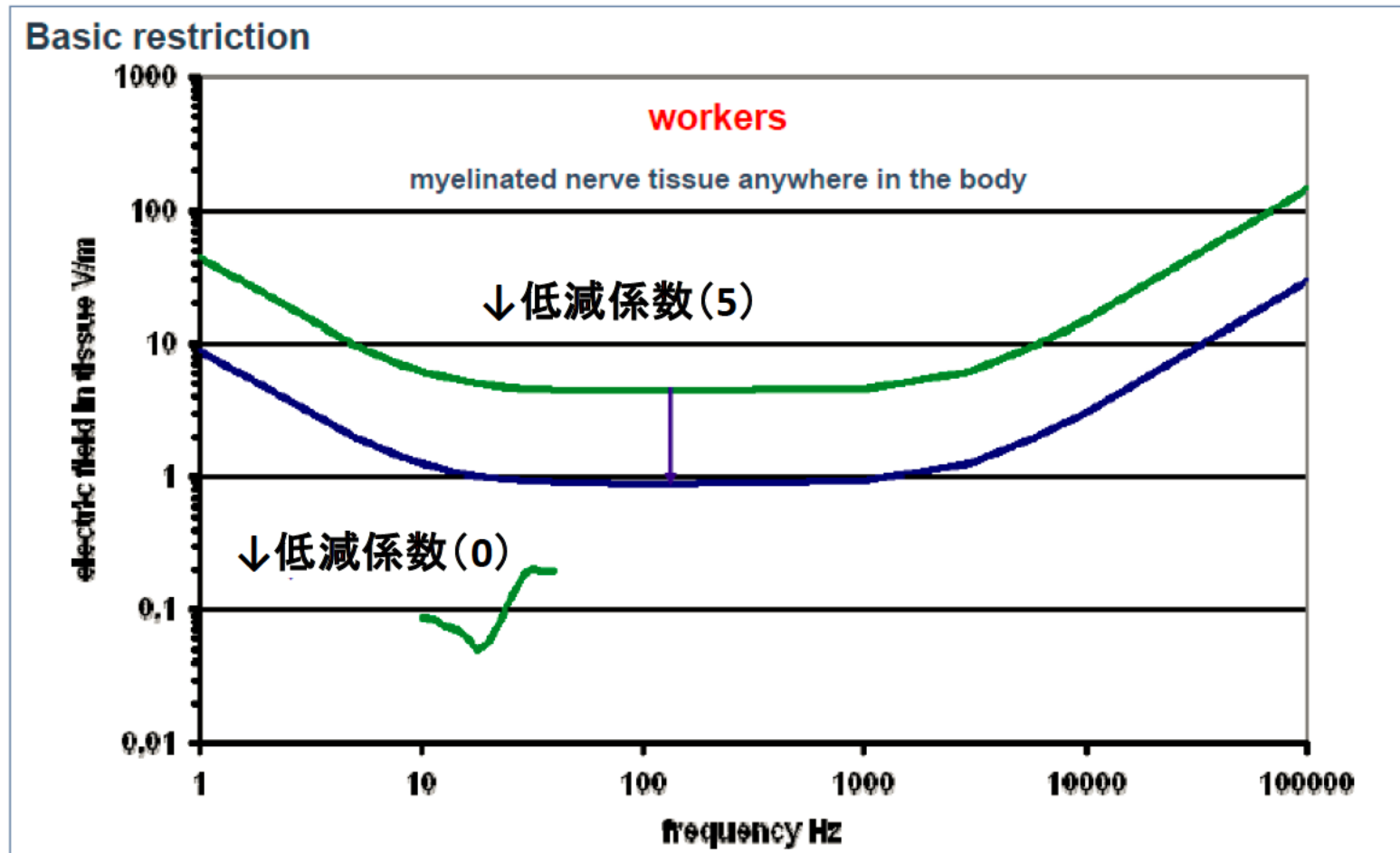
基本制限(公衆ばく露) ＜脳と網膜の中樞神経＞



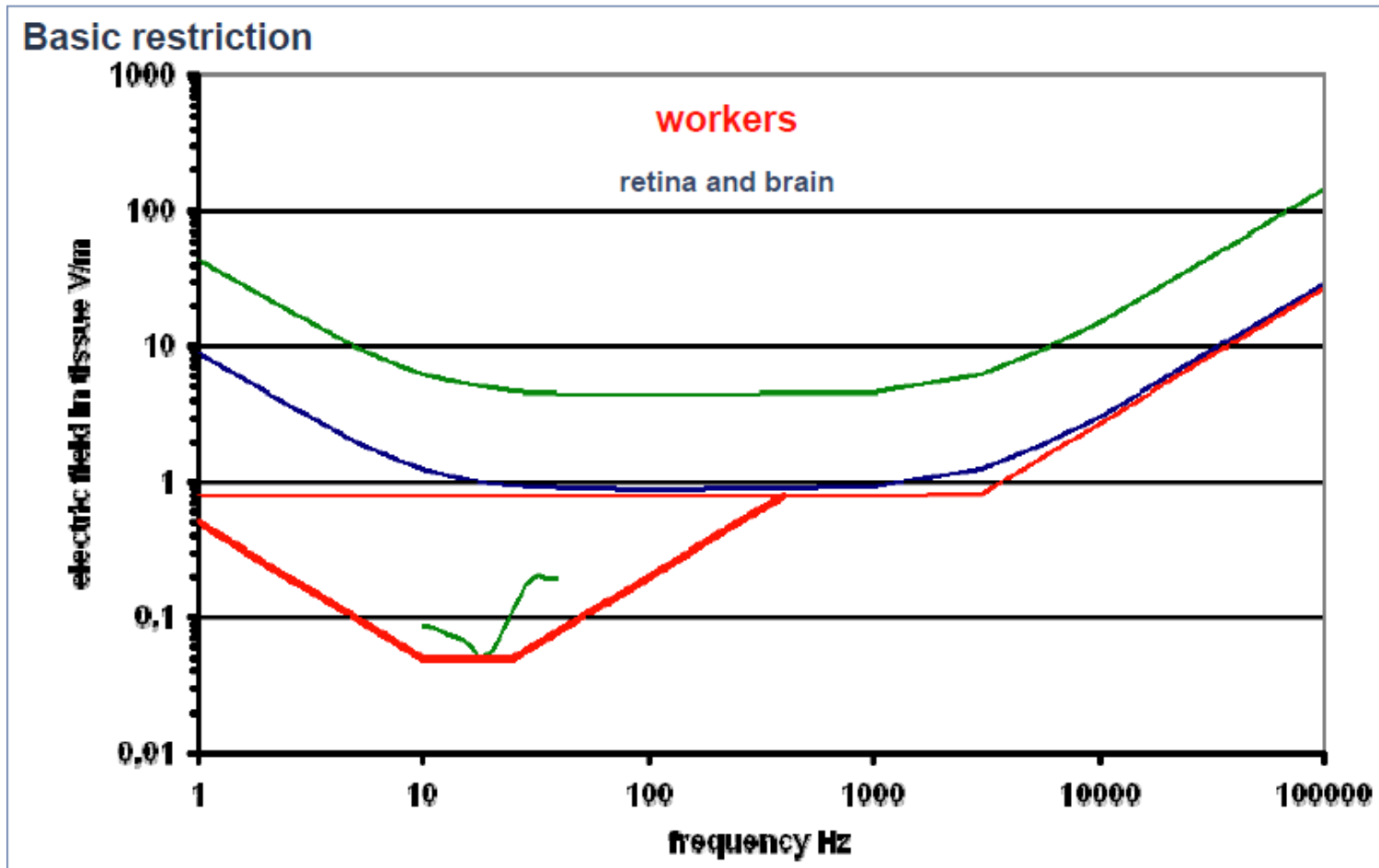
基本制限(公衆ばく露) 〈体内全身の末梢神経〉



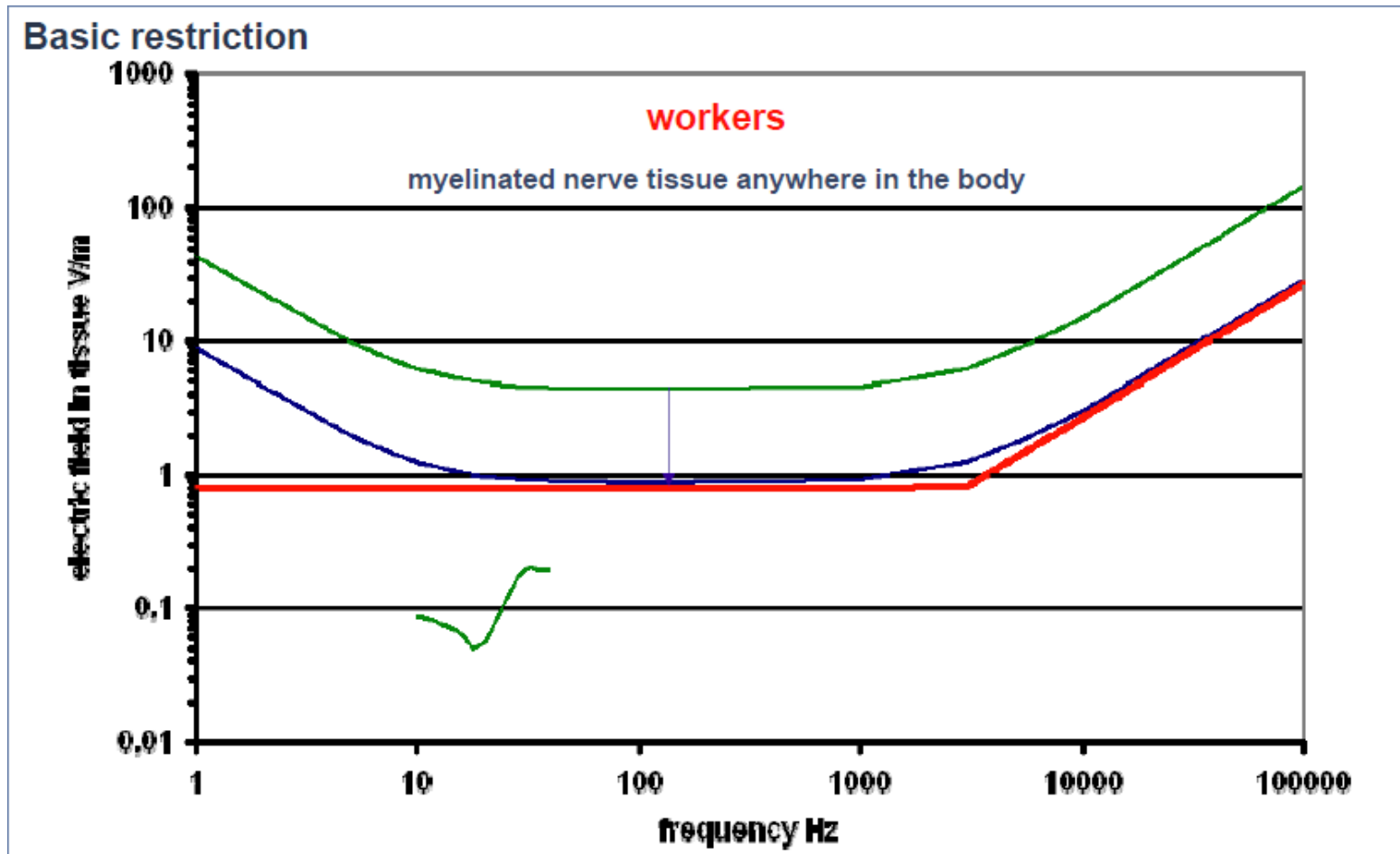
職業人に対する低減係数



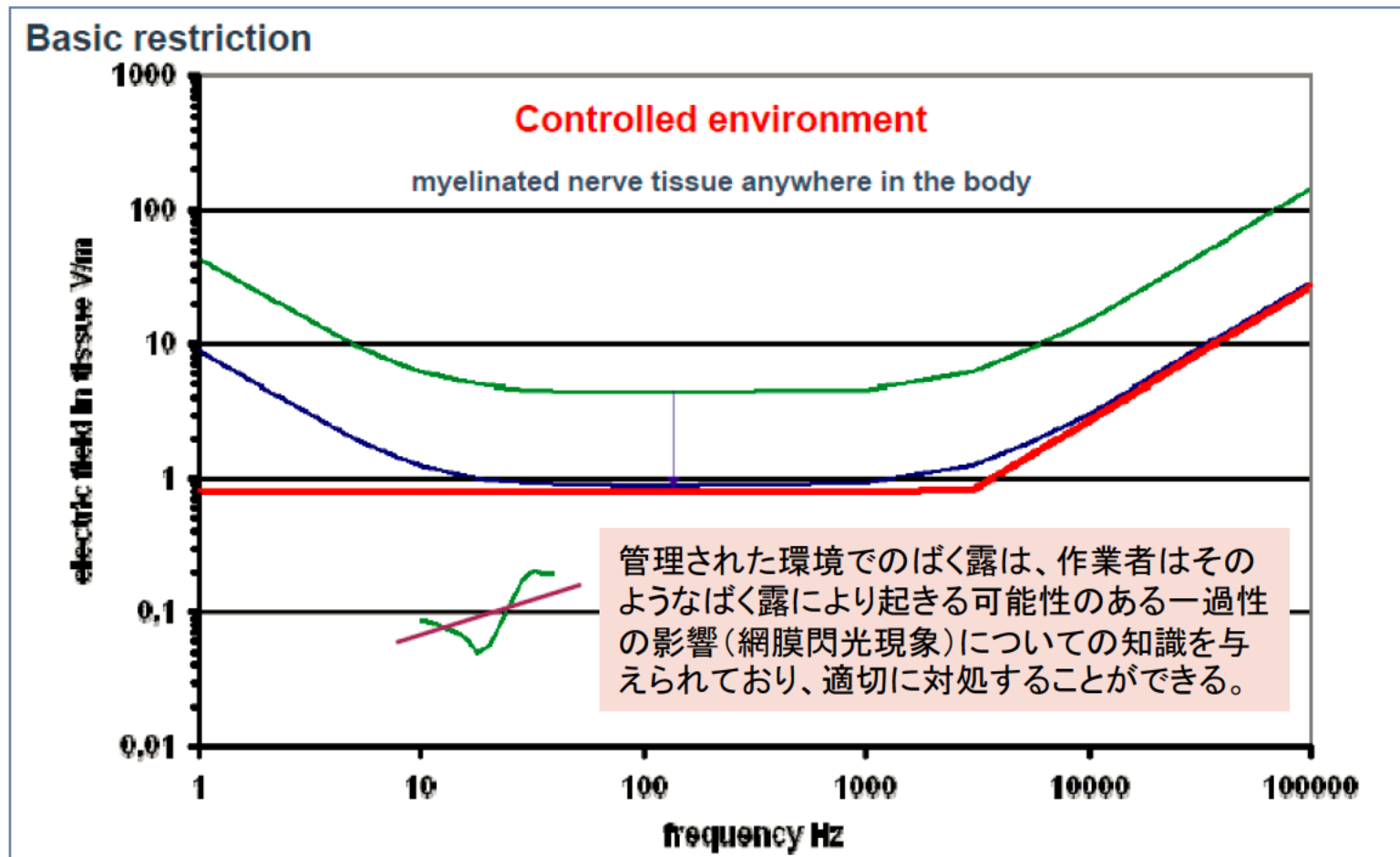
基本制限(職業的ばく露) ＜脳と網膜の中枢神経＞



基本制限(職業的ばく露) <体内全身の末梢神経>



基本制限(管理された環境でのばく露) <体内全身の末梢神経のみを対象>

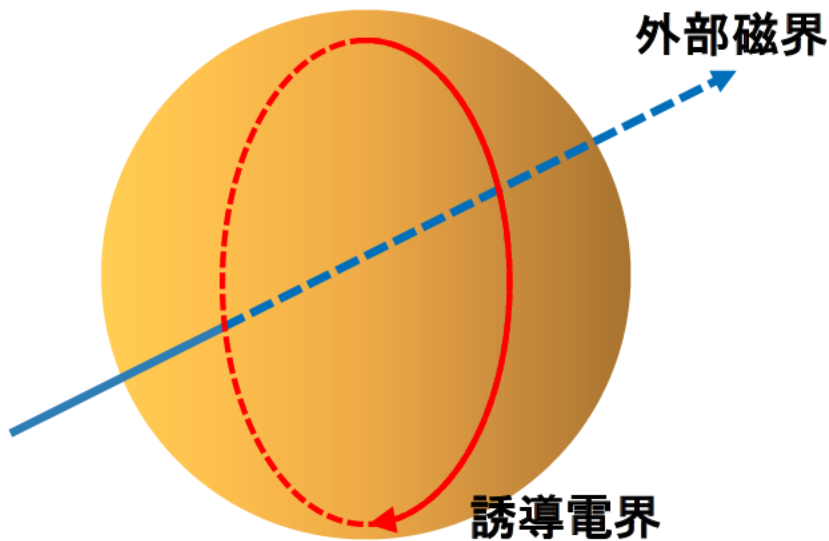


ICNIRP基本制限と電波防護指針基礎 指針値との比較

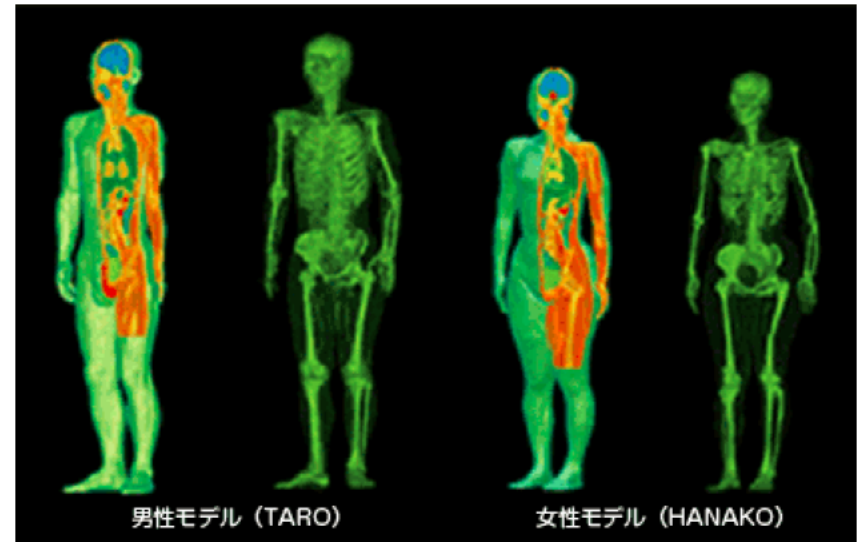
	指針値	根拠	安全率	
ICNIRP	$2.7 \times 10^{-4} f$ [V/m]	$1.3 \times 10^{-3} f$ [V/m]	5倍	fは周波数 3kHzまでの末梢神経刺激閾値を4 V/mとしている。
電波防護指針	$0.35 \times 10^{-4} f$ [mA/cm ²]	$0.35 \times 10^{-4} f$ [mA/cm ²]	1倍？	fは周波数 10kHz-100kHzの神経・筋肉細胞の刺激閾値を $0.35 \times 10^{-4} f$ [mA/cm ²]とし、 通常体表で最大となる電流密度を閾値以下に制限することで、心臓等の重要組織への影響を防止できると想定。
電波防護指針 換算値(ICNIRP との比)	$1.75 \times 10^{-3} f$ [V/m] (6.5倍)	$1.75 \times 10^{-3} f$ [V/m] (1.3倍)		fは周波数 生体組織の導電率を0.2 [S/m]と想定

参考レベルの決定

- 対外の電磁界強度と体内誘導電界強度（基本制限値）との関係から決定する。

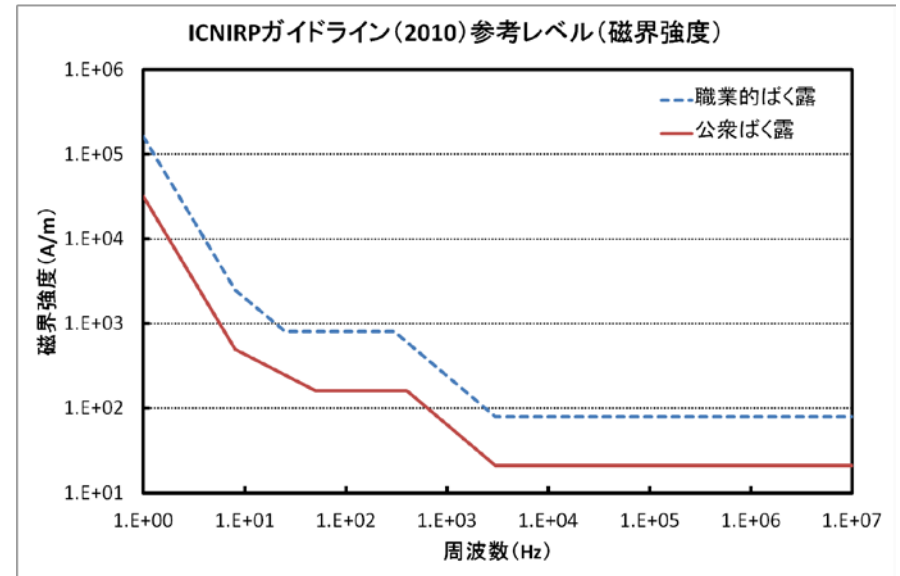
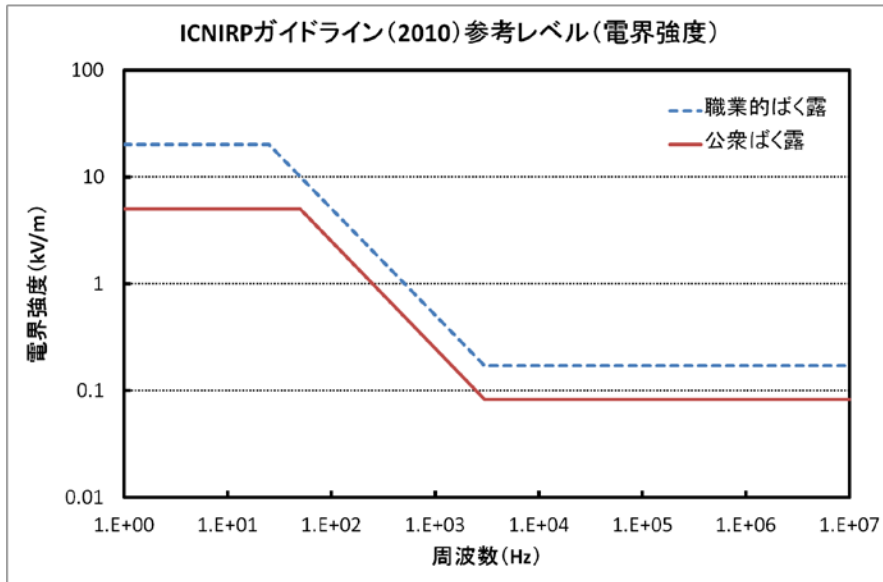


旧ガイドライン



新ガイドライン

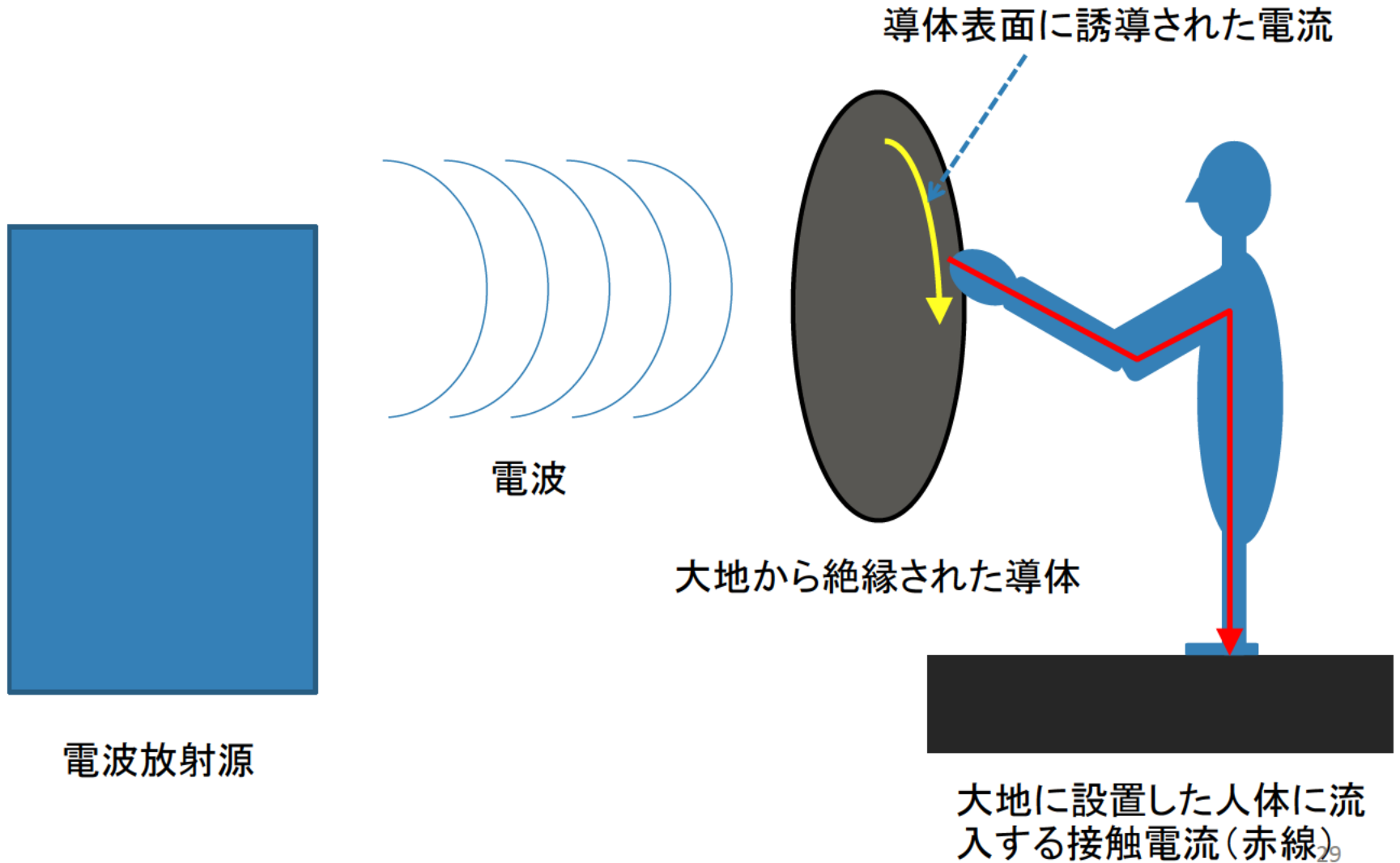
参考レベル



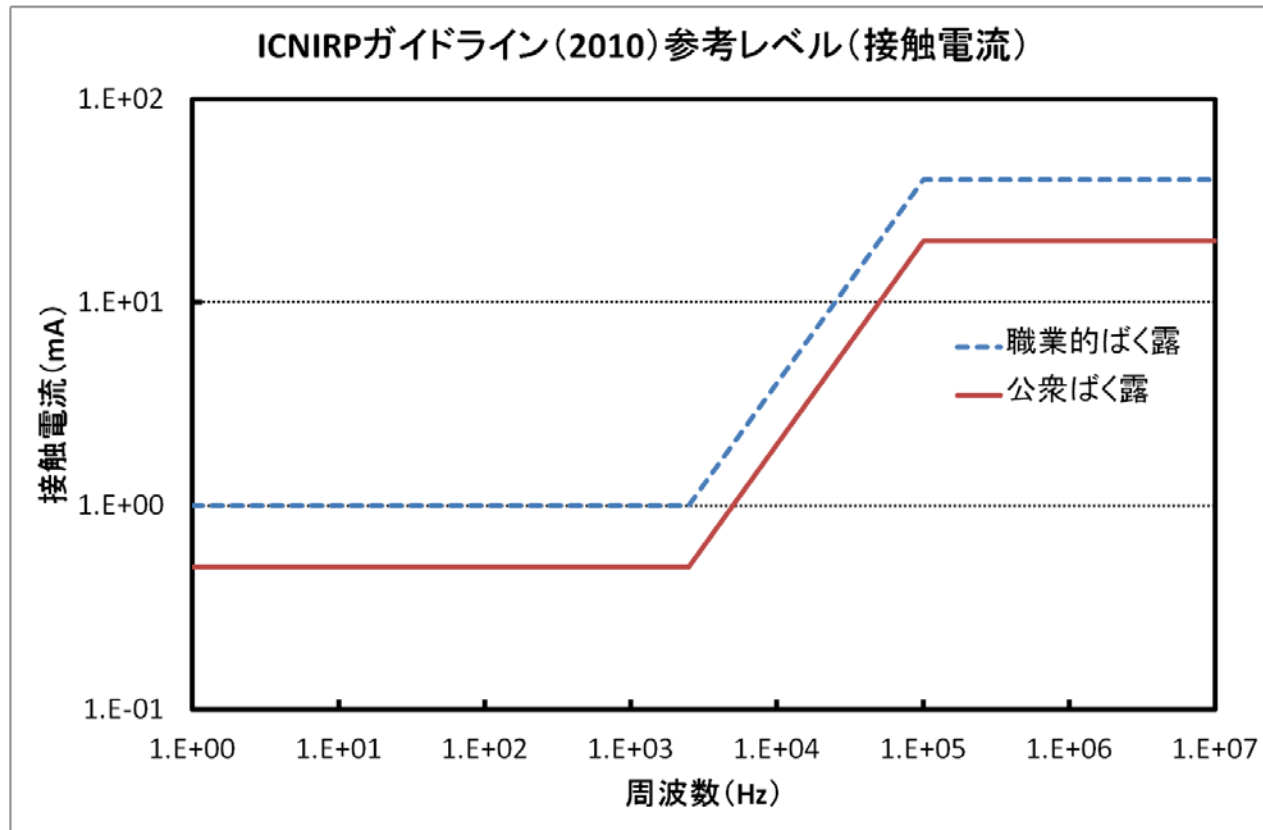
10MHzまでの公衆ばく露に対する電界の参考レベルはばく露された人の90%以上に対して有害な間接影響(電撃と熱傷)を防止する。さらに50Hzまでの参考レベルは大半の人において表面電荷作用による知覚も防止する。

数値ドシメトリにより、脳内(中枢神経)および全身(末梢神経)に誘導される電界強度と入射磁界強度との関係から、参考レベルを決定。ドシメトリの不確かさを考慮して低減係数(3)を追加。

間接影響（接触電流）



参考レベル(接触電流)



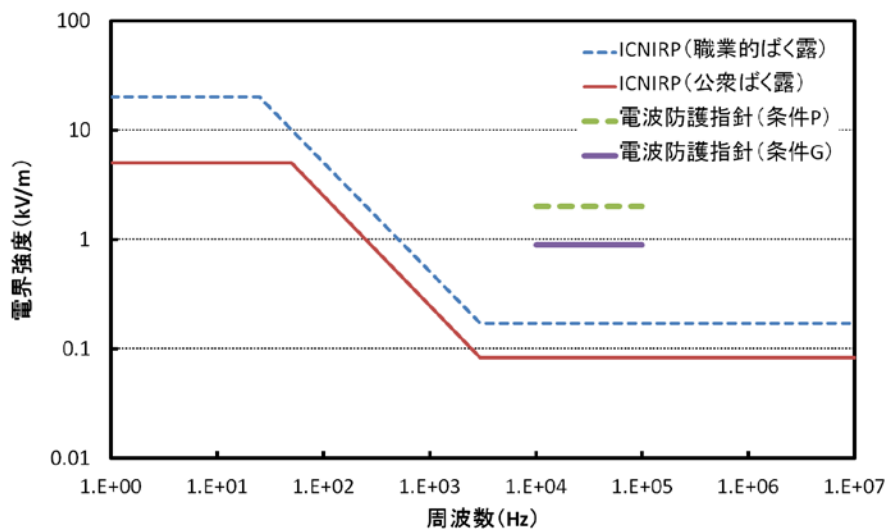
電撃および熱傷のハザードを防止するため、最悪条件となる点接触での接触電流に対する参考レベルを示している。公衆ばく露に対しては職業的ばく露に対して低減係数(2)が考慮されている。参考レベルは知覚の防止ではなく、電撃による痛み(痛覚)の防止を意図しているため、知覚による不快感が生じる可能性がある。

その他の技術的事項

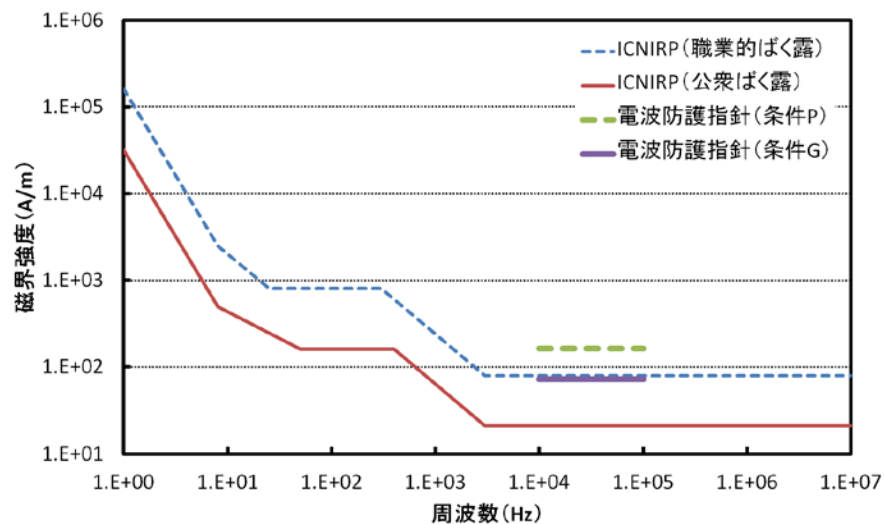
- 時間平均
 - 基本制限値は瞬時値であり時間平均を考慮していない。
- 誘導電界強度の空間平均
 - 2mm角の連続する同一組織領域におけるベクトル平均
 - 皮膚および網膜では隣接する組織を含んでもよい
- 外部入射磁界の空間平均
 - 局所的なばく露に対しては参考レベルは過剰に厳しすぎる可能性がある→基本制限による評価
 - 外部入射磁界の空間平均は概ね20cm以上離れた波源からのばく露に対して適用するべき
- 電界ばく露と磁界ばく露の重ね合わせ
 - 電界と磁界によるばく露で同一ヶ所で誘導電界強度が最大となることは稀なので、両者を加算的に考慮する必要はない。

電波防護指針との比較(参考レベルと電磁界強度指針値)

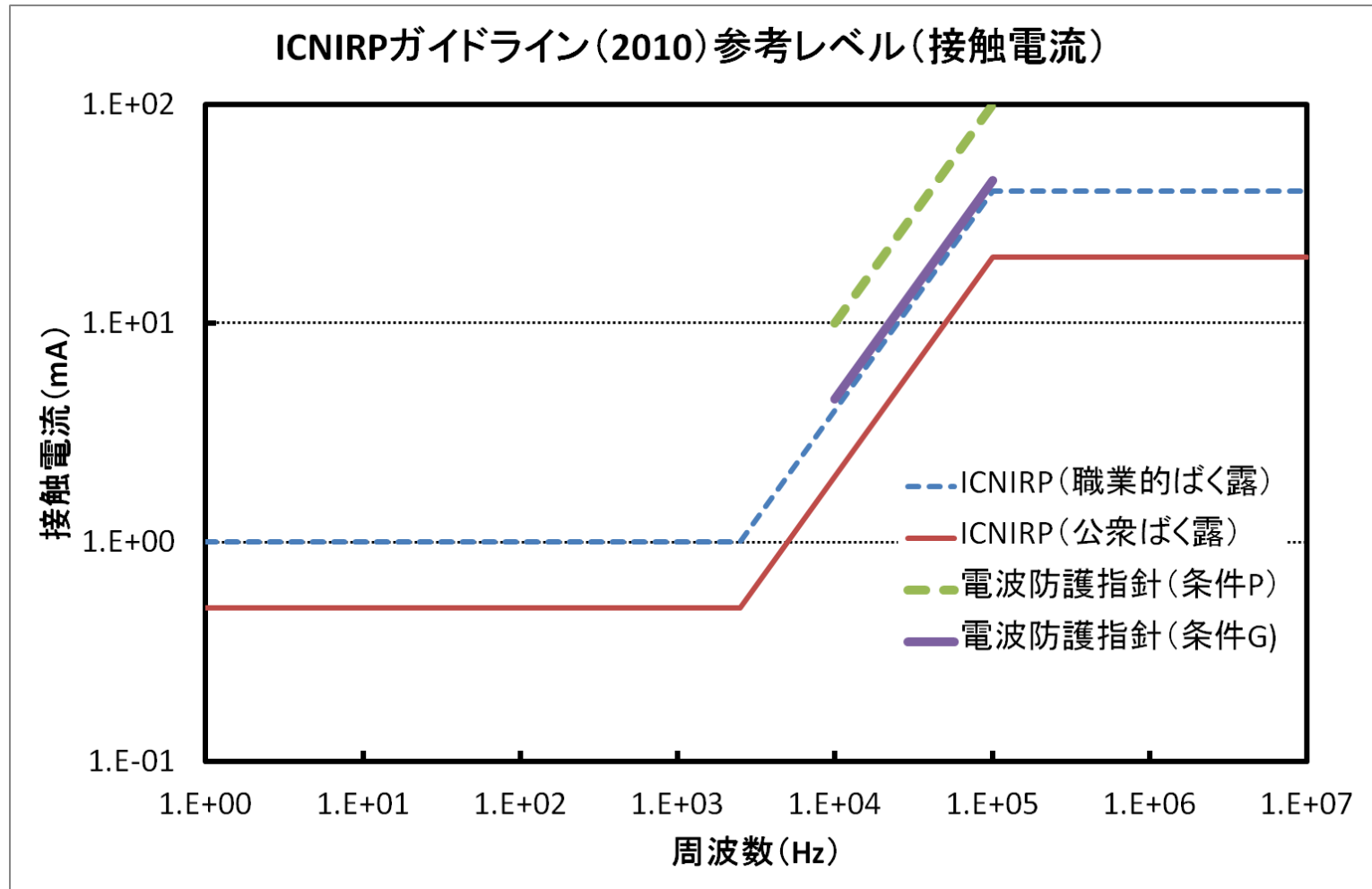
ICNIRPガイドライン(2010)参考レベル(電界強度)



ICNIRPガイドライン(2010)参考レベル(磁界強度)



電波防護指針との比較(接触電流)



電波防護指針との比較の考察

- 刺激作用に基づく電波防護指針値はICNIRPガイドライン(2010)に比べて高い値に設定されている。
- これは刺激作用閾値に対して適用される安全係数が異なることと、電磁界強度指針値を決定する際に用いた人体モデルの違い(球体vs数値人体モデル)等が影響している。
- ICNIRPガイドライン(2010)が対象とする周波数領域(~10MHz)では、RFID/EASや無線電力伝送等の電波利用が拡大している。
- 電波防護指針をICNIRPガイドライン(2010)に整合させるための改定作業の是非について検討する必要がある。
- 熱作用に基づく高周波電磁界(~300GHz)のICNIRPガイドライン(1998)は改定作業中であり、2015~2016年度頃の発行が見込まれる。