

家電製品、送電線からの電磁波測定と 防護基準との比較

高知工科大学
物質・環境システム工学科
國尾 紘子

1章	序論
1.1	テーマ
1.2	測定した電磁波強度が示すことは何か
1)	実際に測った電磁波と、基準値との差
2)	人体への影響は考えられるのか
1.3	測定、研究の進め方
2章	電磁波強度の測定
2.1	電磁波
2.1.1	単位
2.1.2	電磁波が運ぶエネルギー
2.1.3	電磁波の吸収現象
2.1.4	電磁波の生体効果と比吸収率
1)	非熱作用によるカルシウムイオン流出の実験例
2)	熱の作用
2.2	測定機器
2.2.1	トリフィールドメーターの測定対象と、測定範囲
2.2.2	3次元磁界測定器 MFM? 16A 野取り扱い方
2.2.3	トリフィールドメーターの精度
2.3	測定手順
3章	測定結果と防護基準との比較
3.1	防護基準
3.2	測定結果
1)	ドライヤーの電磁波の磁界強度の測定結果
2)	電気こたつの電磁波強度の測定結果
3)	電子レンジのマイクロ波の測定結果
4)	500,000V の高圧電線がある民家の屋内での電磁波の磁界強度測定
3.3	測定値と防護基準との比較
3.3.1	WHO 環境保健基準、ICNIRP ガイドラインとの比較
3.3.2	高周波電界の防護基準との比較
・	スウェーデン（カロリンスカ研究所）の研究報告との比較
4章	結論
5章	文献表

1章 序論

1.1 テーマ

現在、家電製品、アンテナ、携帯電話など電磁波を発生させる機器が多く使用されている。世界保健機構（WHO）やスウェーデンの機関、米国の機関をはじめ諸国は、これらの家電製品や携帯電話から出ている電磁波の周波数や電磁波強度が、人体に与える影響をここ数年にわたり研究している。また、日本では郵政省が「電波防護指針」を出している。

電磁波を実際に測定してみると、身のまわりの電磁波がどういうものなのか見えてくる。実際に電磁波の周波数や電磁波強度を家電製品（ドライヤー、こたつ、電子レンジ）、高圧電線の電磁波を測定して WHO 環境防護基準、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）のガイドライン、高周波電界の防護基準⁽¹⁾、カロリンスカ研究所の研究と比較する。

1.2 測定した電磁波強度が示すことは何か

1) 実際に測った電磁波と、基準値との差

家電製品（ドライヤー、こたつ、電子レンジ）と高圧電線から出ている電磁波の測定をして、その結果を、WHO 環境保健基準、ICNIRP のガイドライン、高周波電界の防護基準と比較すると何がわかるのだろうか。

2) 人体への影響は考えられるのか

スウェーデンのカロリンスカ研究所では、電磁波曝露と小児白血病との関連性を研究している。この研究をもとにして、今回測定した電磁波強度の結果と人体への影響の関連性は述べることはできるのだろうか。

1.3 測定、研究の進め方

測定、研究の手順は次のとおりである。

トリフィールドメーターの取り扱い方を説明した後、実際に測定をし、その結果と基準値を比較する。

トリフィールドメーター⁽²⁾を用いて、ドライヤー、こたつ、電子レンジの電磁波強度を測定する。

トリフィールドメーターを用いて、天気によって変わる送電線からの電磁波強度を求める。

50万Vの高圧電線の近くにある民家の屋内で電磁波の定点と日変化を測定する。

電磁波を説明して、電磁波の吸収現象、比吸収率⁽³⁾を述べる。

WHO 環境保健基準、ICNIRP のガイドライン、高周波電界の防護基準の紹介。

2章 電磁波強度の測定

2.1 電磁波

電界と磁界が一對となって振動し、電磁エネルギーを空間に伝える波動が電磁波である。また、周波数によって、電磁波と物質との相互作用や、結合作用、あるいは視覚の生理作用などが異なるため、図 2.1 のように名称がある。例えば送電線、ドライヤー、電気こたつは ELF⁽⁴⁾、電子レンジはマイクロ波である。

周波数	波長	略称	名称
0.03	10^7	ULF	超長波
0.3	10^6		
3	10^5	ELF	送電線、ドライヤー、 電気こたつ
30	10^4		
300	10^3	VLF	
3kHz	100		
30	10	LF	長波
300	1km	MF	中波
3MHz	100	HF	短波
30	10	VHF	超短波
300	1m	UHF	極超短波
3GHz	10	SHF	センチ波
30	1cm	EHF	ミリ波
300	1mm		
3×10^3	0.1		サブミリ波

↑ 電子レンジ

↑ マイクロ波

2.1.1 単位

磁界の単位は 1T(テスラ) = 10,000G(ガウス) 1G = 1,000mG(ミリガウス)であらわす。電力密度の単位は mW/cm^2 ($1\text{W}/\text{m}^2 = 0.1 \text{mW}/\text{cm}^2$) である。

電力密度は電界と磁界が直角であるとき、それらの強度の積で表され、電磁波の伝播の様子は、図 2.2⁽⁵⁾に示す。

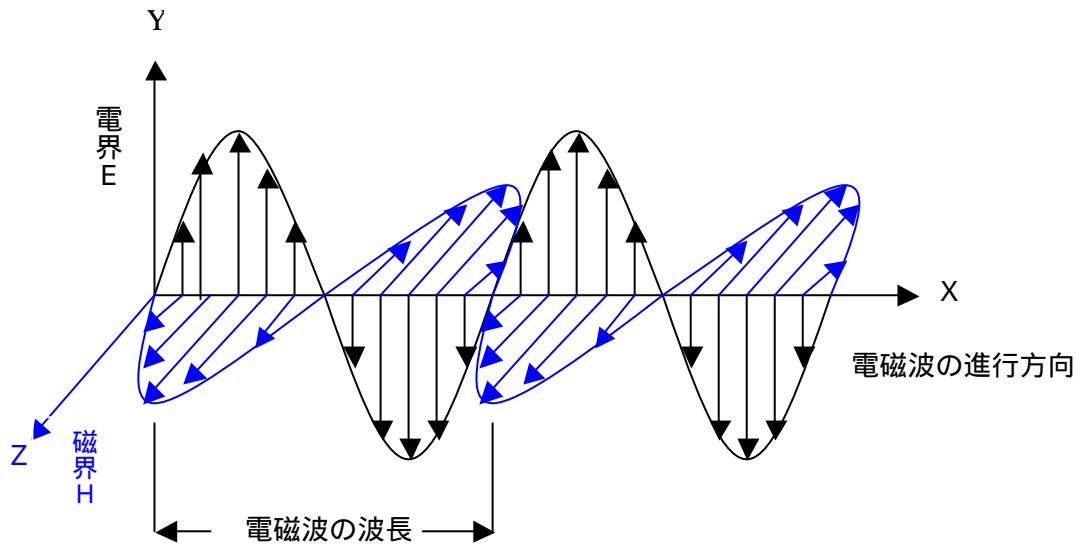


図 2.2 電磁波の進行

2.1.2 電磁波が運ぶエネルギー

電磁波は空間を伝播するときにエネルギーを運び、伝播経路上にある物体にエネルギーを与える。電磁波によって運ばれるエネルギーの流量はポインティングベクトル S を使って表される。

$$S = \frac{1}{\mu_0} EB \quad (E: \text{電場} \quad B: \text{磁場} \quad \mu_0: \text{空間の透磁率})$$

ポインティングベクトルの SI 単位は W/m^2 である。ポインティングベクトルの大きさはベクトルに垂直な面を通過して流れる単位面積あたりのエネルギー流量を表す。

2.1.3 電磁波の吸収現象

損失媒質に電磁波が入射すると、次のような現象がおきる。(徳丸仁 著 「光と電波」)

- ・熱の発生
- ・周波数の変異
- ・化学作用、殺菌作用(紫外線)
- ・殺菌作用(高周波電磁波)
- ・化学反応促進作用(超低周波磁界)

2.1.4 電磁波の生体効果と比吸収率

電波の生体効果は、と非熱的作用と熱的作用に分けられている。今回測定する家電製品(電子レンジを除く)と送電線は、低周波である。低周波で問題になるのは、非熱作用で

あり、次のような実験例がある。

1) 非熱作用によるカルシウムイオン流出の実験例 (天笠啓祐 著 「電磁波」現代書館、p105)

1976年に、ロマリンダ大学のスーザン・バーウィンとW・ロス・アーデイは、培養器の中の神経細胞に変調した145MHzの高周波と16Hzの低周波を同調させて照射したところ、細胞からのカルシウムイオンの流出を観察している。このときの結果は、図2.3に示す。16Hzをピークに特定の周波数に特異な現象であることから、「窓効果」といわれるようになった。

1988年に、ブラックマンによってニワトリの脳を用いた実験でもカルシウムイオンの流出が確認された。

流出したカルシウムイオンが脳細胞の働きを弱め、金属の脳関門突破を許すことでアルツハイマー病の原因になるという指摘も行われている。この電磁波とアルツハイマー病に関わる研究は、南カリフォルニア大学のユージー・ソーベル教授などによって行われている。

カルシウムイオンは細胞分裂のきっかけをつくる。例えば受精卵が細胞分裂を始めるのは、精子と一緒にカルシウムイオンが入ってくるためであるが、低周波の照射によってこの細胞の活動での重要な役割を阻害することになる。

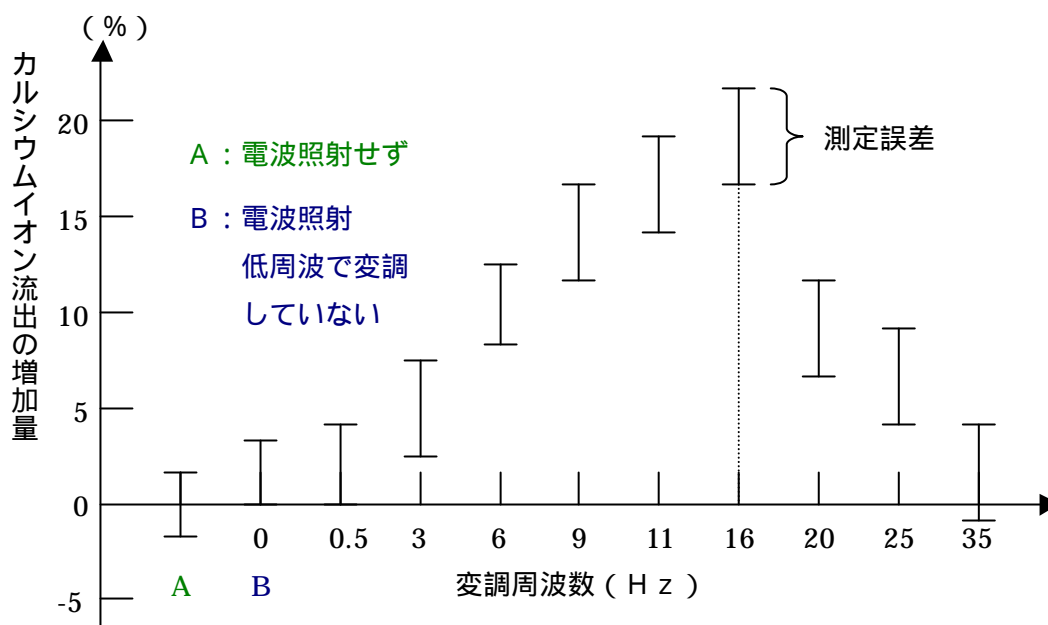


図 2.3 カルシウムイオンの流出

2) 熱の作用 (徳丸仁 著 「光と電波 - 電磁波に学ぶ自然との対話」 森北出版株式会社 2000年3月21日)

熱作用は、外から物理的、科学的に判定、計測できる熱の効果である。この効果は、生

体に透過した電波の誘電過熱作用だから、その指標は、生体の単位重量あたりの電波吸収電力、すなわち比吸収率（SAR）⁽⁶⁾ [W/kg] で評価できる。さらに生体内に立ち入り、生体の温度上昇で判断する考え方もある。温度上昇は、比吸収率の電力を、その部位における熱伝導の方程式に代入して求められる。熱伝導による熱拡散が無視できるときは、その温度上昇は比吸収率に比例する。

電波環境には、生活環境そのものが曝露される全身曝露と、携帯電話のように、その極近傍に限られた局所曝露の二つの環境が考えられる。

全身曝露環境の実験

SAR を指標として、実験動物の生活環境全体に電波を照射（曝露）して熱ストレスを与える。

そして動物達に、行動分裂など通常と異なる動作や、学習された仕事能力の低下などの異常行動が現れるかを観察する。

その結果、電波の周波数、偏波に関係なく、また、動物の種類、大きさに関わらず、個体体重あたりの全体平均の SAR が 4W/kg の閾値を超えると、異常行動が現れることが知られてきた（その時、動物がどのような感覚体験をしているのかは明らかではない）。

局所的な曝露の場合

熱の効果が、繊細な脳、神経系などの器官に局所的に集中する場合は、全身曝露とは別に考えなければならない。そのときの指標は、その部位に限った局所の比吸収率（局所 SAR）で考える。脳のような特殊な器官では、0.1 度の温度上昇でも生理的に問題となることがあるだろう。例えば、携帯電話のように頭部に密着して使用するものがある。

2.2 測定機器

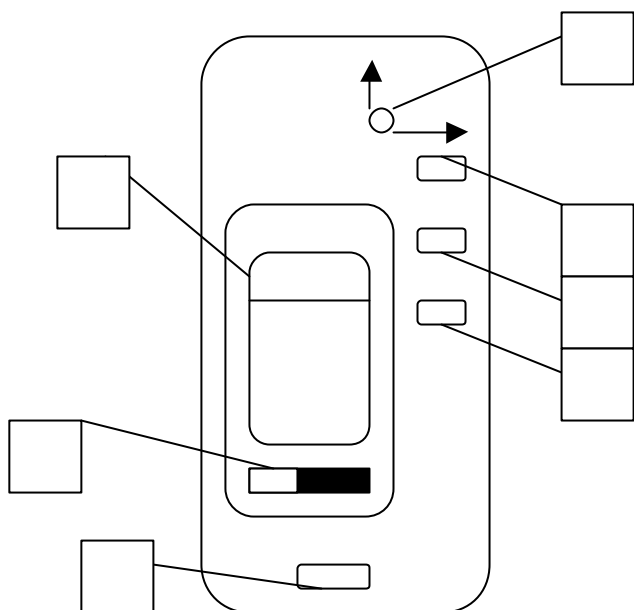
60Hz とマイクロ波の電力密度を測定するための機器を次に紹介する。

2.2.1 トリフィールドメーターの測定対象と、測定範囲

	測定範囲	対応周波数帯域	測定対象
磁場 1	0 ~ 100mG/m	50Hz ~ 100Hz	一般的な電化製品・送電線
磁場 2	0 ~ 3mG/m	50Hz ~ 100Hz	
電場	0 ~ 100kV/m	50Hz ~ 100Hz	送電線等
ラジオ波・ マイクロ波	0.01 ~ 1mW/cm ²	50MHz ~ 3GHz	電波塔・携帯電話・無線
			電子レンジ

トリフィールドメーターはアナログ表示であり、磁場は対応周波数帯域が 50Hz ~ 100Hz で、0 ~ 100mG/m と 0 ~ 3mG/m の 2 段階である。測定対象となるのは、一般的な電化製品、送電線である。電場は対応周波数帯域が 50Hz ~ 100Hz で、0 ~ 100kV/m まで測定することができる。測定対象となるのは、送電線などである。ラジオ波・**マイクロ波**は対応周波数帯域が 50MHz ~ 3GHz で、0.01 ~ 1mW/cm² まで測定可能である。測定対象になるのは電波塔、携帯電話、無線、電子レンジである。

2.2.2 3次元磁界測定器 MFM - 16A の取り扱い方



- 液晶デジタル表示
- 電源スイッチ〔POWER〕
- データホールドスイッチ〔HOLD〕
液晶画面に表示された測定値を一時的に保持する
- 周波数帯選択スイッチ〔FREQ〕
測定周波数帯を切り替え時に使用する
- 測定モード切替スイッチ〔MODE〕
測定モード切り替え時に使用する
- バッテリーインジケータ
バッテリーの残量を液晶画面に表示する
- センサーコイル方向表示
液晶画面に表示された測定値の測定方向を示している

2.2.3 トリフィールドメーターの測定手順

周波数選択スイッチ〔FREQ〕()を押すと、液晶画面()のFREQ部には〔10～1kHz〕と表示され、広帯域測定モードに設定される。

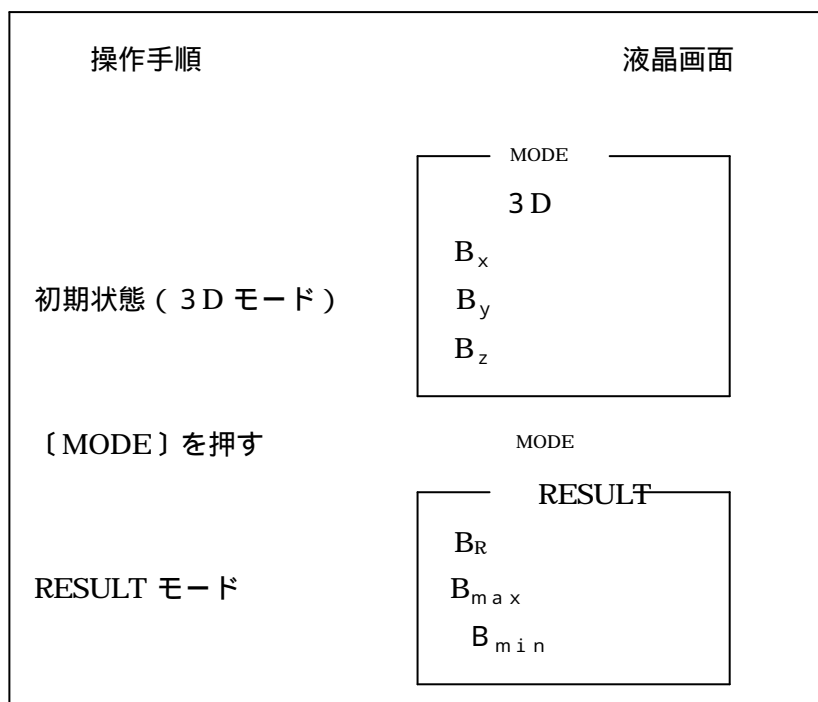
広帯域測定モードの状態ですべてのスイッチを押すと、液晶画面のFREQ部は〔50Hz〕と表示され、商用周波数モードに設定される。

操作手順	液晶表示
初期状態 (商用周波数帯モード)	FREQ 50Hz
↓ 〔FREQ〕を押す (広帯域モード)	FREQ 10～1kHz
↓ 〔FREQ〕を押す (商用周波数帯モード)	FREQ 50Hz

測定モード切替スイッチ〔MODE〕()を押すと、液晶画面()のMODE部には〔RESULT〕と表示され、回転磁界パラメータ表示モードに設定されます。

回転磁界計算モードの状態ですべてのスイッチを押すと、液晶画面のMODE部は〔3D〕と表示され、3軸磁界表示モードに設定される。

なお回転磁界パラメータ表示モードの B_{max} 、 B_{min} は商用周波数帯測定モードのみの表示になるので、液晶画面のFREQ部が〔10～1kHz〕と表示しているときには、 B_R のみが表示される。



2.2.4 トリフィールドメーターの精度

3次元磁界測定器は株式会社昭電の測定器で、精度が高い。この真の値と仮定してトリフィールドメーターの精度を推定した。

- 1) 1mG から 1.7mG の電磁波を 3次元磁界測定器とトリフィールドメーターで測定すると、表 2.1 のようになる。
- 2) X軸に 3次元磁界測定器の値、Y軸に測定値であるグラフを作成する。
- 3) 表のデータをもとにグラフを作成する。
- 4) トリフィールドメーターの測定値をプロットする。
- 5) トリフィールドメーターの測定値から、近似線を求める(図 2.4)。
- 6) 近似線は $y=0.85x + 0.24$ となる。
- 7) トリフィールドメーターの近似線から誤差は約 20%である。

3次元磁界測定器(mG)	トリフィールドメータ(mG)
1	1.2
1.1	1.25
1.2	1.3
1.3	1.4
1.4	1.6
1.5	
1.6	1.65
1.7	1.8

表 2.1 3次元磁界測定器とトリフィールドメータで電磁波を測定したときの値

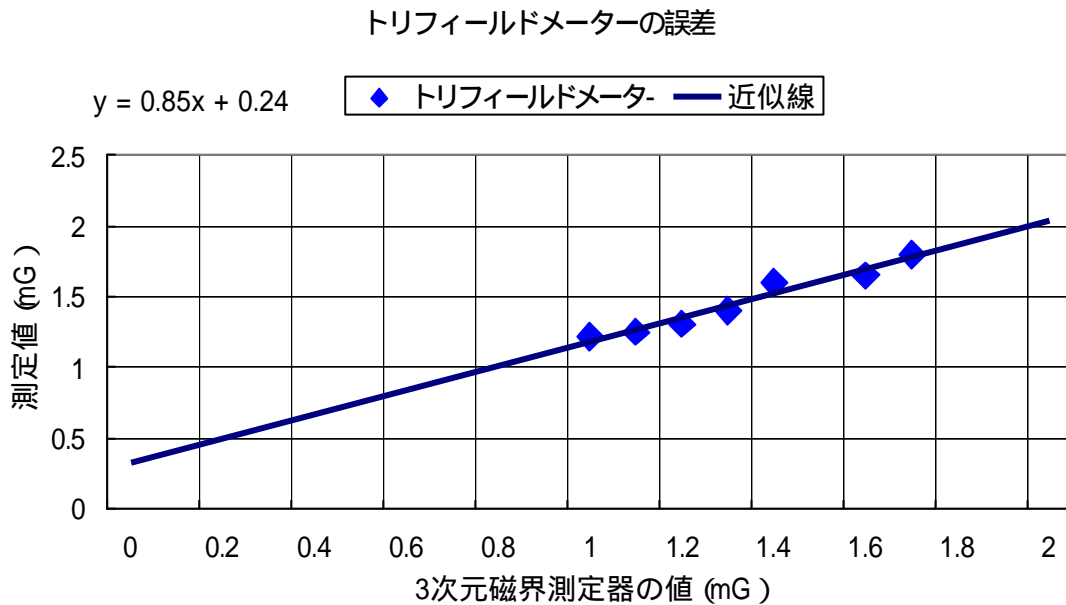


図 2.4 表 2.1 をもとに、3次元磁界測定器からの値をx軸、トリフィールドメータで測定した値をy軸に図示。実線の式は $y = 0.85x + 0.24$ 。

2.3 測定手順

測定機器以外の家電製品からの影響を少なくするために、部屋の家電製品、および照明の電源を切って次の測定を行った。

ドライヤーの電磁波

ドライヤーの電源を入れ、ドライヤーからトリフィールドメーターまでの距離を、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm の5通りに変えて、電磁波強度を測定する。

平均値を求めるためこの5通りを3回測定する。

平均値を出す。

電気こたつの電磁波

電気こたつの電源を入れて、こたつ機の真ん中からトリフィールドメーターまでの距離を14cm、15cm、20cm、25cm、30cm、35cm、40cm、45cm、50cm の9通りに変えて、電磁波強度を測定する。

平均値を求めるためこの9通りを3回測定する。

平均値を出す。

電子レンジの電力密度

電子レンジの電源を入れて、電子レンジからトリフィールドメーターからの距離を10cm、15cm、20cm、25cm、30cm、35cm の6通りに変えて電力密度を測定する。

平均値を求めるためこの6通りを3回測定する。

平均値を出す。

500,000V の送電線がある民家の屋内での電磁波

24時間、同じ場所で電磁波強度を測定する。

朝から夕方までは活動時間なので電磁波の変動があると予想して、15分から30分おきに電磁波強度を測定する。夜は1時間おきに測定する。

3章 測定結果と防護基準との比較

3.1 防護基準

WHO 環境保健基準、ICNIRO 電磁場防護基準、高周波の防護基準を次に示す。

- 1) WHO 環境保健基準では、50,000mG 以下であれば有害な生化学的影響が示されないとしている。また、5,000mG 以下では、いかなる生化学的影響も認められない範囲としている（東北電力）。
- 2) ICNIRO 電磁場防護基準の磁界強度と電界強度の基準値を表 3.1 に示す。
- 3) 高周波の防護基準⁽⁸⁾（日本での一般人）では、身体をマクロに見た立場で基準を決めている（図 3.1）。この図は、全身防護について、100kHz から 300GHz の周波数帯での防護基準（管理指針）を示している。

ICNIRO 電磁場防護基準 ⁽⁷⁾		
被曝作業条件	電界強度	磁界強度
・職業人		
全労働日	10k V/ m	5G
短期間	20k V/ m	50G
手足のみ		250G
・一般公衆		
1日 24 時間まで	5kV/ m	1G
1日数時間まで	10kV/ m	10G

表 3.1 ICNIRP 電磁場防護基準

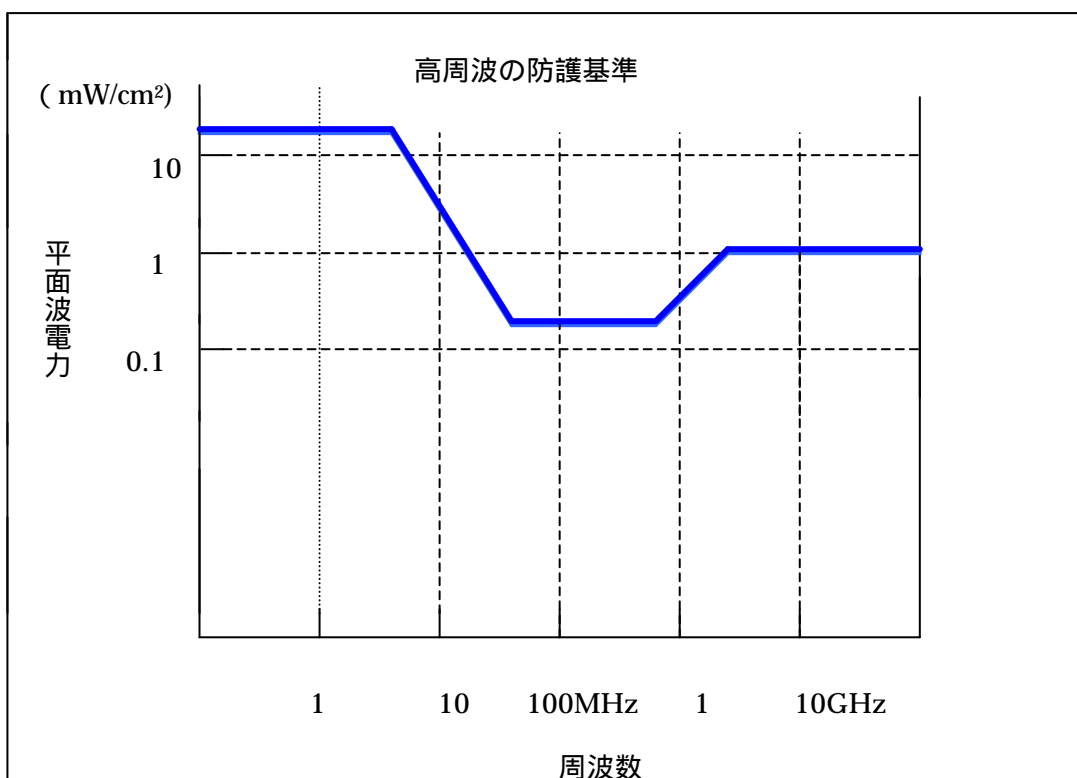


図 3.1 全身防護について、100kHz から 300GHz の周波数帯での防護基準（管理指針）を示している（日本の一般人における）。

3.2 測定結果

1) ドライヤーの電磁波の磁界強度の測定結果

図 3.2 はドライヤーと使用距離の関係を表している。ドライヤーからの電磁波の磁界強度を 3 回測定して平均値をプロットして近似曲線を求めると、 $y = 21 x^{-2.0}$ という式になる。これは、磁界強度がほぼ測定距離の 2 乗に反比例している。

電磁波の磁界強度と測定距離の関係 (ドライヤー)

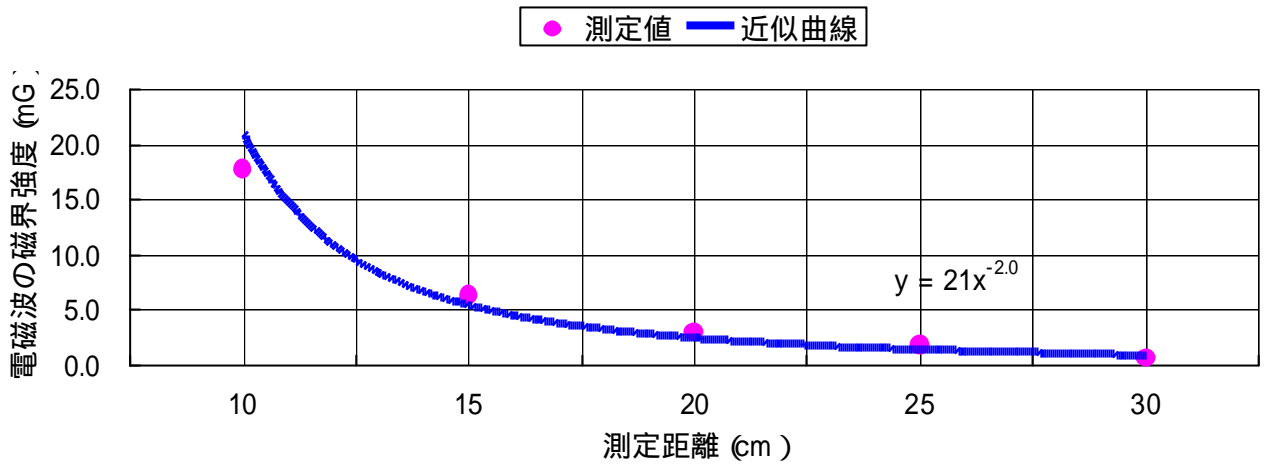


図 3.2 ドライヤーからの電磁波の磁界強度を 3 回測定して、その平均値をプロットして近似曲線を求めたもの。

2) 電気こたつの電磁波強度の測定結果

図 3.3 は電気こたつと使用距離の関係を表している。電気こたつからの電磁波の磁界強度を 3 回測定して平均値をプロットして近似曲線を求めると、 $y = 205 x^{-2.0}$ という式になる。これは、磁界強度がほぼ測定距離の 2 乗に反比例している。

測定距離と電磁波の磁界強度の関係

(電気こたつ)

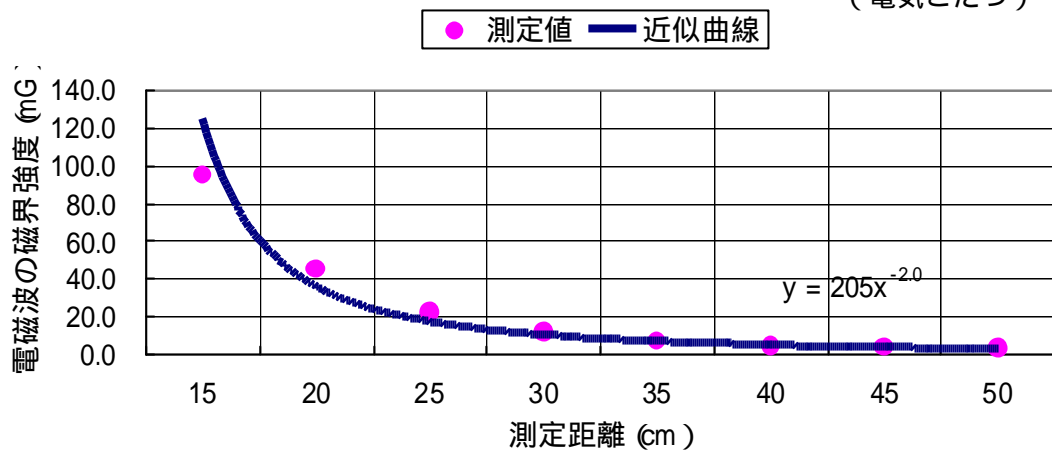


図 3.3 電気こたつからの電磁波の磁界強度を 3 回測定して、その平均値をプロットして近似曲線を求めたものである。

3) 電子レンジのマイクロ波の測定結果

図 3.4 は電子レンジと使用距離の関係を表している。電子レンジからのマイクロ波の電力密度を 3 回測定して平均値をプロットして近似曲線を求めると、 $y = 15 x^{-2.0}$ という式になる。これは、磁界強度がほぼ測定距離の 2 乗に反比例している。

マイクロ波の電力密度と測定距離の関係

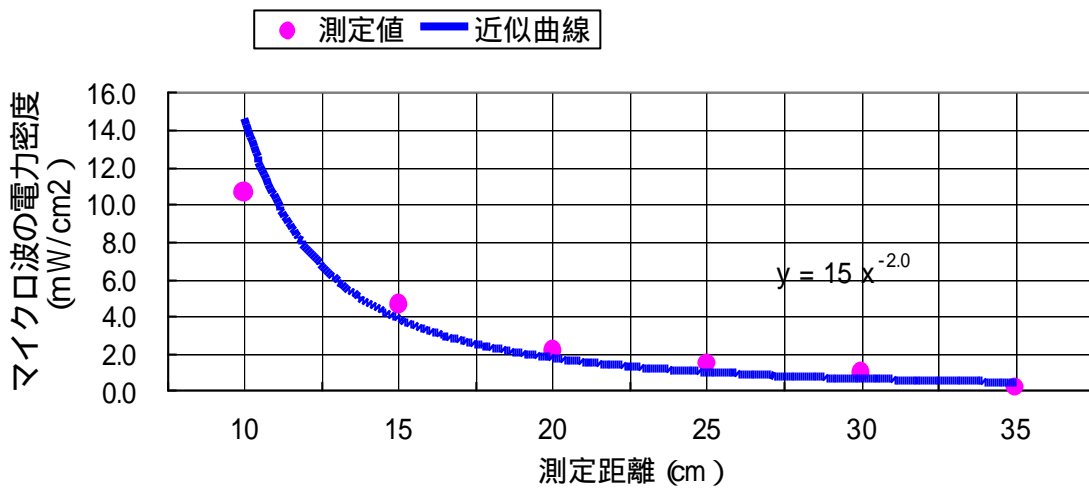


図 3.4 電子レンジからのマイクロ波の電力密度を 3 回測定して、その平均値をプロットして近似曲線を求めたものである。

4) 500,000V の高圧電線がある民家の屋内での電磁波の磁界強度測定

図 3.5 は 500,000V の高圧電線がある民家の屋内での電磁波を時間測定したものである。

人が活動をはじめ午前の 7 時から 8 時にかけてやや電磁波が増加している。これは朝の準備のために電力が多く流れ始めるであろうと思われるため、電磁波も増加していると考えられる。

午後 10 時から翌日の 6 時にかけて電磁波が減少しているのは、人の活動が減少してくるためであると考えられる。

50,000Vの送電線からの電磁波の磁界強度

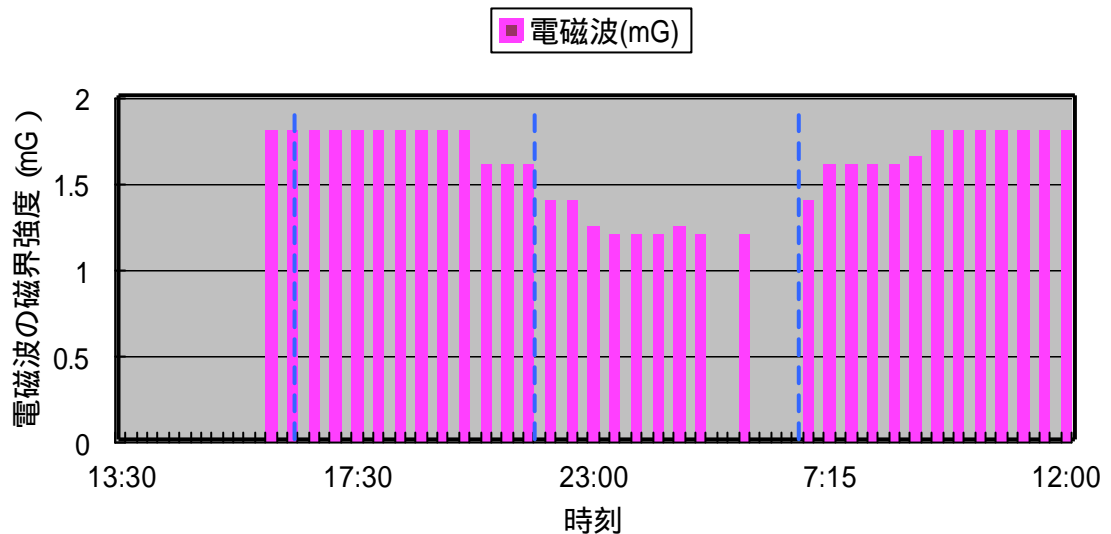


図 3.5 500,000V の高圧電線がある民家の屋内での電磁波の時間変化。

3.3 測定値と防護基準との比較

3.3.1 WHO 環境保健基準、ICNIRP 電磁場防護基準との比較

ドライヤー、電気こたつ、高圧電線の電磁波の磁界強度を測定した結果を WHO 環境保健基準と、ICNIRP 電磁場防護基準と比較すると図 3.6 と表 3.2 のようになる。

図 3.6 において、今回の測定結果は、WHO 環境保健基準 (50,000mG) では 1/2800 から 1/33000、 WHO 環境保健基準、ICNIRP 電磁場防護基準 (5,000mG) では 1/110 から 1/3300、 ICNIRP 電磁場防護基準 (1,000mG) では 1/22 から 1/670 になった。WHO 環境保健基準、ICNIRP 電磁場防護基準と比較して測定値が非常に低かったため、電磁波の体内曝露は考えなくてもよいだろう。よって電磁波を曝露する時間は含まれていない。表 3.2 に WHO 環境保健基準、ICNIRP 電磁場防護基準に対する電磁波の比を示した。

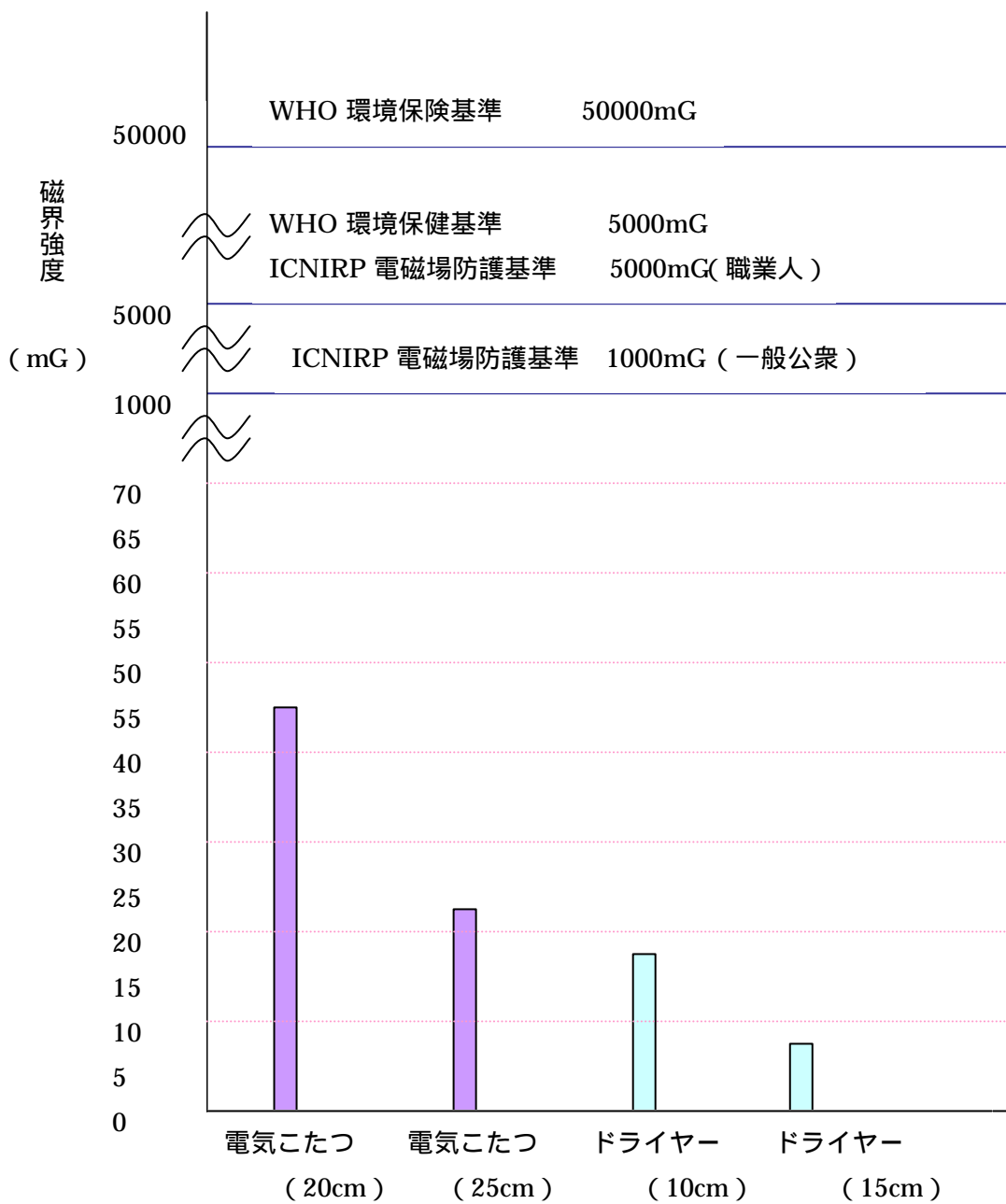


図 3.6 WHO 環境保健基準 (50,000mG) は、基準以下であれば有害な生化学的影響が示されないとしている。また、5,000mG 以下では、いかなる生化学的影響も認められない範囲としている。ICNIRP では、職業人は 5,000mG、一般公衆は 1,000mG を防護基準としてガイドラインを示している。

	WHO 環境保健基準	WHO 環境保健基準	ICNIRP 電磁場 防護基準
		ICNIRP 電磁場 防護基準	
	50,000mG	5,000mG	1,000mG
ドライヤー			
10cm(17.7mG)	1/2800	1/280	1/56
15cm(6.3mG)	1/7900	1/790	1/160
電気こたつ			
20cm(45mG)	1/1100	1/110	1/22
25cm(22.3mG)	1/2200	1/220	1/45
屋内の電磁波(1.5mG)	1/33000	1/3300	1/670

表 3.2 測定値と基準値の比

3.3.2 高周波電界の防護基準との比較

電子レンジ(2.45GHz)の周波数のマイクロ波の電力密度測定の結果をあらわしている。測定距離が10cm、15cmのときマイクロ波の平均はそれぞれ10.7mW/cm²、14.7mW/cm²である。これらを高周波の防護基準と比較すると、電子レンジからは防護基準を上回るマイクロ波が出ていることがわかる。しかし今回測定したような近距離で電子レンジを使用することは少ないため、基準値を満たすと思われる。

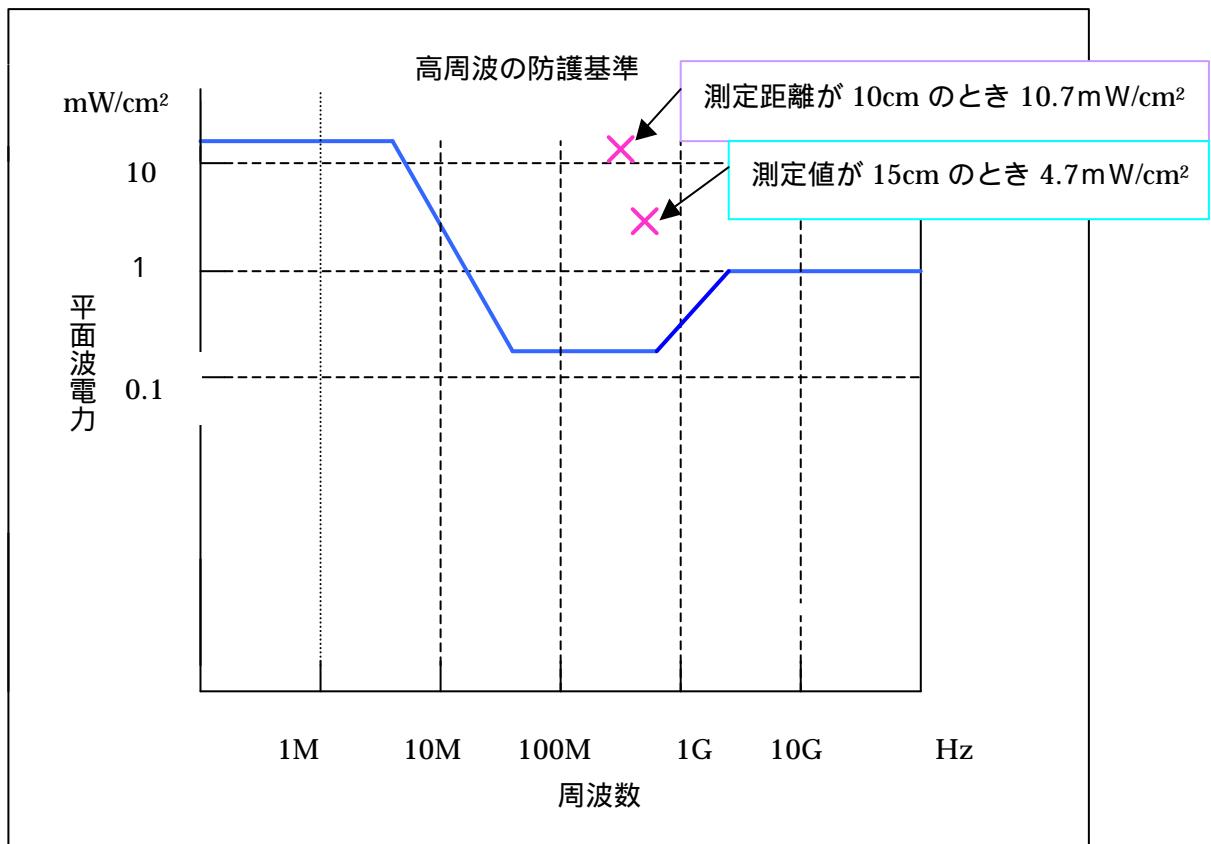


図 3.7 全身防護について、100kHz から 300GHz の周波数帯での防護基準（日本の一般人における）と電子レンジからのマイクロ波の平面波電力との比較。

3.3.3 スウェーデン（カロリンスカ研究所）の研究報告との比較

磁界曝露量が 3mG 以上るとき、白血病の患者の割合が 0～0.9mG の場合に比べて 3.8 倍となり相対危険比（図 3.7）が弱い関連性を示す。

測定した 50 万 V の送電線の電磁波の平均は、1.5mG であった。よって測定した場所では人体に影響する可能性は低いと思われる。

スウェーデン（カロリンスカ研究所）の研究報告（1992 年）

Maria Feychting 女史と Anders Ahlbom 博士が送電線から発生する磁界が人体に影響をおよぼすのかどうかということ、疫学的観点から調査研究をした。

研究の進め方

小児白血病の相対危険比（図 3.7）の計算

$$\frac{7 \text{ 人} / 32 \text{ 人}}{27 \text{ 人} / 475 \text{ 人}} = 3.8$$

これは患者の比率（3.0mG 以上）/患者の比率（1mG 未満）である。

注）計算の症例数、対照数の合計が抽出者数と一致していないのは磁界の曝露量が確認できなかった人がいたためである。

1969 年～1985 年に送電線から 300m 以内に居住していた人を、人口登録簿より選定する（1 年以上居住した大人とすべての子供）。選定されたのは、大人（16 歳以上）約 31 万人、子供（16 歳未満）約 13 万人の合計 436,503 人である。

スウェーデン登録所情報をもとに、白血病、脳腫瘍、その他のガン患者を抽出する。抽出された患者は 142 名であった。

患者 1 人に対し、4 人の健康者を、性、年齢、地域、送電線の種類などを一致させて、無作為に抽出する。よって健康者 558 名が抽出された。

各症例(患者)、対照（患者でない人）について年平均負荷時の潮流と、送電線と居住家屋との距離から計算により推定する。家電製品からの曝露や屋外曝露は考慮していない。

抽出された症例、対照を推定された曝露量に基づき分類する。

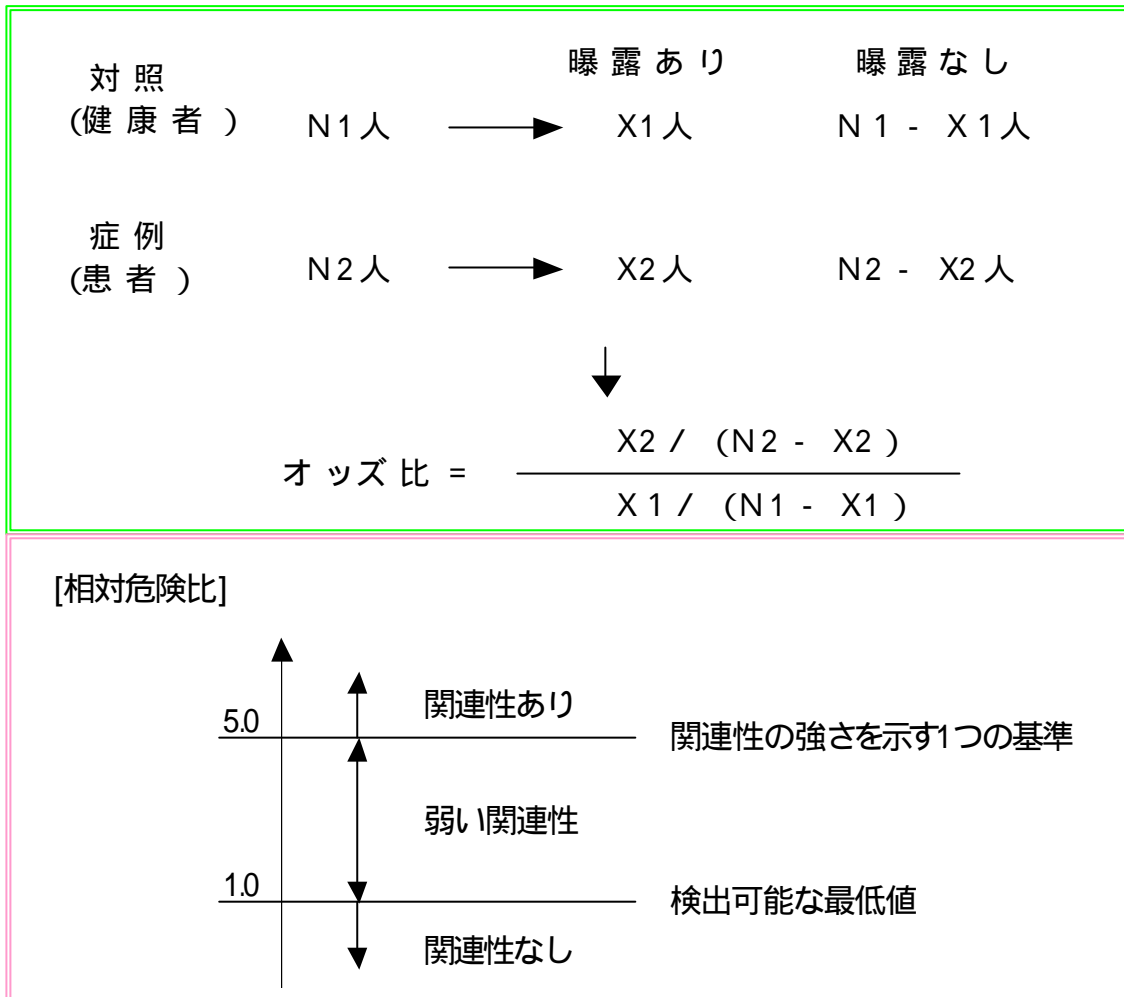


図 3.7 症例対照研究の相対危険比

4 章 結論

ドライヤー、電気こたつは WHO 環境保険基準、ICNIRP 電磁場防護基準を下回っていた。また電子レンジは高周波の防護基準を上回っていたが、測定距離のような近距離で使用することがほとんどないことを考慮すると、安全性には問題がないと思われる。

5 章 文献表

天笠 啓祐 著 「電磁波」 現代書館

上村 佳嗣 「携帯電話の電波ハザード問題

<http://mri.is.utsunomiya-u.ac.jp/~gami/keitai/keitai.html>

徳丸 仁 著 「光と電波 - 電磁波に学ぶ自然との対話」 森北出版株式会社 2000 年

松岡 理 著 「電磁場の健康影響」 日刊工業新聞社

Raymond A . Serway 著 松村 博之 訳 「科学者と技術者のための物理学
電磁気学」 株式会社学術図書出版社 1999 年

株式会社 昭電 技術開発部 「磁界測定器 MFM - 16A 取り扱い説明書」 平成 9 年 3 月

フルモト商事株式会社 「電磁波測定器トリフィールドメーター」の解説書

東北電力ホームページ <http://www.tohoku-epco.jp/>

中部電力ホームページ <http://www.cyuden.co.jp/>

関西電力ホームページ <http://www.kepco.co.jp/>

- (1) 高周波電界の防護基準：徳丸 仁 著「光と電波」2000年 p.184 図 7.3
- (2) トリフィールドメーター：電場、磁場、ラジオ波・マイクロ波を測定する機器である。詳しい説明は、本論の中で述べる。
- (3) 比吸収率 (SAR)：生体の単位重量あたりの電波吸収電力である。単位は[W/kg]で評価できる。
- (4) ELF：極低周波である。3Hz～3kHz。
- (5) 電波の進行：大槻義彦 著 「基礎教養 物理学」p.174 図 9-18
- (6) SAR：生体の単位重量あたりの電波吸収電力である。単位は[W/kg]で評価できる。
- (7) ICNIRP のガイドライン：松岡理 著 「電磁場の健康影響」 p110 表 11.1 国際非電離放射線防護委員会の 50/60Hz の電磁場防護基準
- (8) 高周波電界の防護基準：徳丸 仁 著「光と電波」p.184 図 7.3