

知っところ

読んどこ

暮らしの中の 電磁界



発行 一般財団法人 大阪科学技術センター
電磁界調査研究委員会

〒550-0004 大阪市西区靱本町1丁目8番4号
TEL.06(6443)5320

2022年4月 第4版

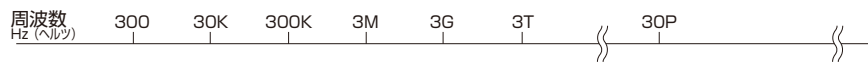
一般財団法人 大阪科学技術センター



“電磁界”ってなんだろう



■電磁波の種類と利用例



電磁波

電磁界

超低周波



送電線

ヘアドライヤー等

電波



FMラジオ



電子レンジ



スマートフォン



携帯電話

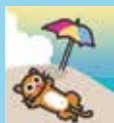


Wi-Fi



IHクッキングヒーター

光



紫外線



可視光線

赤外線

放射線

エックス線



レントゲン

ガンマ線



滅菌

送電線の近くや電化製品に
囲まれた暮らしは
健康に影響はないの？

電気を利用すればかならず生じる目に見えないもの、それが電磁界です。電気に囲まれて暮らす私たちは、電磁界の中で生活しています。

では、電磁界とはどのようなものなのでしょうか。左の図表のように、その周波数ごとに様々な名称で呼ばれている電磁波のうち、送電線や電化製品から発生するきわめて周波数の低いもの、それが“電磁界”です。電磁界は超低周波のため、その電気的作用は身体に伝わりにくく、かつ遠くまで届くこともありません。

このように超低周波の電磁界は、同じ電磁波の仲間であるテレビやラジオの電波、電子レンジ、携帯電話やスマートフォンのマイクロ波、太陽からの紫外線、可視光線、エックス線などといった、周波数がより高いものとは性質が異なります。

日常生活で電気を利用すれば、かならず“電磁界”が生じます。正しく知って、電気のある快適な毎日を送りたいものですね。

1 1K=10³(1000)、1M=10⁶(100万)、1G=10⁹(10億)、1T=10¹²(1兆)、1P=10¹⁵(1000兆)

暮らしと切りはなせないなら、ちゃんと知っとこ

暮らしの中の電磁界。 いったいどれくらい？



磁界の大きさ
(機器に直接触れた数値)

電子レンジ 33 (直)
0.9 (1m)

磁界の大きさ
(測定機器から離れた数値)

単位: μT (マイクロテスラ) ※14ページ用語集参照

測定数値引用: 財団法人大阪科学技術センター 電磁界環境と健康影響 (2000.12)

★印の数値 社団法人日本電機工業会 (JEMA) ホームページ

★★印の数値 原子力安全委員会 電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書 (2008.6)



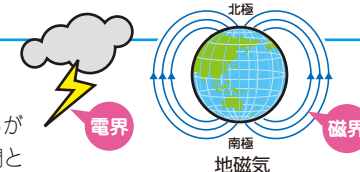
電圧がかかる場所には「電界」が存在し、電流が流れると「磁界」が発生します。この、電圧がかかり、電流が流れる状態で発生するのが電磁界です。テレビやエアコン、電気カーペットや電気毛布なども、使っている間は電磁界が発生しています。電磁界のうち「健康への影響の有無」が関心の的となってきたのは、送電線や家電製品から発生する磁界です。

電磁界のような低い周波数では、発生源から離れるにしたがって磁界の大きさは急激に小さくなります。たとえば洗濯機から発生する磁界は、上のイラストでもわかる通り製品にじかに触れた状態で測定すると $3.5 \mu\text{T}$ (マイクロテスラ) という大きさですが、1m離れただけで $0.3 \mu\text{T}$ にまで減少してしまいます。

国内外の多くの公的機関では、「居住環境における電磁界が健康に有害である証拠は認められない」という見解を示しています。

自然界の電界・磁界

自然界にも電界や磁界は存在します。それらは私たちが暮らしの中で使っている電気から発生する交流 (時間とともに向きが変動する) の超低周波の電磁界とはちょっと性質が異なります。たとえば雷、雷雲と地面の間には $3\sim 20\text{kV/m}$ (キロボルト毎メートル) という電界が発生していますが、向きは変わらず一定です。このような電界を「静電界」と呼びます。空気は通常、電気を通しません、あまりにも大きな電界のため雷雲と地面との間で放電が起こります。その現象が一般的に落雷と呼ばれているものです。一方、自然界の磁界といえば、地球の地磁気があげられます。地球は大きな磁石であり、コンパスの先が北を指すのは、地磁気が南極から北極へ向かっているからです。磁界の大きさは $25\sim 65 \mu\text{T}$ 程度で、向きは変化しません。このような磁界を「静磁界」と呼びます。



電磁界の健康への影響は？



超低周波の磁界が私たちの健康にどのように影響するのは、世界各国の研究機関で研究・調査されています。その中には、かつて報道がなされたように「平均0.4 μ T以上の超低周波の磁界を浴び続けるような環境下で生活すると小児白血病のリスクが2倍になる」といった研究結果もありましたが、これは「疫学研究」と呼ばれる研究によるものです。

しかし小児白血病が、非常に稀な病気であることや、疫学研究特有の問題（バイアスや交絡因子など）のために、疫学研究だけでは、小児白血病の原因を特定できないのです。

小児白血病はがんの一種です。がんの原因を証明するのに、マウスやラットなどの動物や、培養した人間の細胞、血液、遺伝子などを用いて実験します。

こうした実験研究は、日本を含め世界中で20年以上にわたって本格的に行われてきました。国際がん研究機関（IARC）は、これらの研究結果から、送電線からの磁界の発がん性は「グループ2B」、に分類しました。^{※1} 2Bとは「発がん性があるかもしれない」という分類で、他にガンソリンなどが挙げられています。

「疫学の研究結果と動物や細胞の実験結果から導き出された結論では、小児白血病に関連する証拠は、因果関係とみなせるほど強いものではない」と述べられています。^{※2} また、それ以外の病気についての関連性を支持する科学的証拠は、小児白血病に関するものよりはるかに弱いという結論でした。

※1 9ページの「低周波電磁界の発がんハザード評価」（2020年6月）参照

※2 10ページの「環境保健クライテリア238「超低周波電磁界」（2007年6月）参照

いかがでしょうか。こうしてみると、日常生活においては、私たちの身のまわりに存在する電磁界が健康へ影響を及ぼす可能性は低いということがうかがえます。電磁界に限ったことではありませんが、私たちが生活していく中でリスク（危険）をゼロにすることはできません。リスク（危険）とを感じるものを警戒するのは当然のことですが、不必要な不安を減らし、安心して暮らしていくために、情報の分析力や判断力を磨いていくことが鍵となるでしょう。

9～12ページには資料として、世界保健機構（WHO）だけでなく、その他の公的機関の見解もご紹介しています。電磁界の正しい理解のためにぜひお役立てください。



健康と電磁界に関わる研究 ——疫学と実験



電磁界が私たちの体に有害であるかどうかを調べるために、大きく分けて疫学と実験の二つの方法で研究されてきました。これまで疫学研究では有害かもしれない、との報告がいくつかあります。その一方で動物などを用いた実験研究ではこれまで電磁界が有害である一貫した証拠は見つかっていません。

得られた結果を総合的に判断して健康影響を評価

疫学とは病気の発生と、その原因とみられる要因との関係を、人の集団を対象とした調査によって推定する学問です。疫学のはじまりとして有名な研究では、1854年のロンドンで大流行したコレラの感染源が、ある井戸の水と確認されました。その井戸を使用禁止にすると流行がおさまったのです。磁界とがんの関係の大規模な疫学研究では1993年に発表されたスウェーデンでの研究以来、高圧送電線の周辺の住民の発がん頻度が高まっていると報告されているものもあります。

しかしながら、電磁界とがんの関係の疫学研究では、選択バイアスが一番問題となっています。実験研究の結果と合わせて、総合的に判断する必要があります。



開業医：ジョン・スノウ (●：井戸 ×：コレラ患者)
1854年ロンドンの疫病調査

電磁界の安全性の研究

国際がん研究機関 (IARC) の発がんハザード評価

2002年、IARCは超低周波磁界の発がん性に関する科学的証拠の確からしさについて、世界中の研究を検討した結果、「グループ2B」という分類に評価しました。

評価結果

◇超低周波磁界の発がんハザード評価
(グループ2B) 「発がん性があるかもしれない」

※既存分類内容は、2020年6月26日時点のものです。

発がん性の分類及び分類基準	既存分類結果 [1017例]
グループ1：発がん性がある ヒトへの発がん性を示す十分な証拠がある場合や限定的でも動物への発がん性を示す十分な証拠と発がんメカニズムに強い証拠がある場合	電離放射線、紫外線(100~400nm)、アスベスト、カドミウムおよびカドミウム化合物、ホルムアルデヒド、太陽光曝露、喫煙、アルコール飲料、コールドタール、ディーゼルエンジンの排気ガス、受動喫煙、ベンゾピレン、紫外線を用いた日焼け用ランプ、加工肉、粒子状物質など [他を含む120例]
グループ2A：おそらく発がん性がある ヒトへの発がん性を示す証拠は限定的であるが、動物実験での発がん性に対して十分な証拠がある場合	アクリルアミド、熱いマテ茶、概日リズムを乱す交代制勤務、メタンスルホン酸メチル、ポリ塩化フェノール、木材などのバイオマス燃料の室内燃焼、赤肉(牛、豚、羊などの肉) シスプラチン など [他を含む83例]
グループ2B：発がん性があるかもしれない ヒトへの発がん性を示す証拠は限定的であり、動物実験での発がん性に対して十分な証拠がない場合	極低周波(ELF)磁界、高周波(RF)電磁波、アセトアルデヒド、AF-2、プレオマイシン、クロロホルム、ダウノマイシン、鉛、メルファン、メチル水銀化合物、マイトマイシンC、フェノバルビタール、漬物、ガンソリン、ベンズアントラセン など [他を含む314例]
グループ3：発がん性を分類できない ヒトへの発がん性を示す証拠が不十分であり、動物実験での発がん性に対して十分な証拠がない場合	静磁界、静電界、極低周波電界、コーヒー、茶、アクチノマイシンD、原油、軽油、カフェイン、ベンゾ(e)ピレン、コレステロール、ジアゼパム、蛍光灯、エチレン、水銀、塩化メチル、フェノール、トルエン、キシレン、カプロラクタム(ナイロンの原料) など [他を含む500例]

IARCとは？

WHOに附属する国際機関で、がんの要因やメカニズムについて調査し、がん防止方法を解明することを目的として活動している。

【評価の概要】

◇疫学研究のプール解析において、小児白血病リスクと0.4μT以上の超低周波磁界へのばく露との間に、ほぼ一貫した統計的関連性が示されている。このような関連は偶然によるものとは考えられないが、選択バイアスの影響の可能性がある。

◇小児白血病以外の他の全てのがんに関して、超低周波磁界の発がん性のヒトでの証拠は不十分である。

◇超低周波磁界の発がん性の実験動物での結果に一貫性がないことから、証拠は不十分である。

◇小児白血病に関して超低周波磁界の発がん性の疫学的証拠は限定的である。

電磁界に関わるガイドライン

世界保健機関(WHO)の環境保健クライテリア238・ファクトシート322

2007年6月に、世界保健機関(WHO)からも詳細な報告書(環境保健クライテリア238やファクトシート322)が公表されました。超低周波電磁界の健康リスク評価として、これまでの国際がん研究機関(IARC)やRAPID計画の報告を全面的に支持する内容であり、居住環境に存在する電磁界の危険性は指摘されていません。



環境保健クライテリア238
「超低周波電磁界」
(2007年6月)

WHOとは？

人類の保健維持と増進を目的として設置された国際連合の専門機関です。

生物学的影響

神経及び筋肉の刺激、中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化

健康リスク評価

◇短期的影響

100μTよりも遥かに高いレベルの急性ばく露による生物学的影響は確立されており、これは認知されている生物物理学的なメカニズムによって説明される。

◇潜在的な長期的影響

小児白血病に関連する証拠は、因果関係と見なせるほど強いものではない。
磁界ばく露と心臓血管病、過敏症などの関連は認められない。



ファクトシート322
「電磁界と公衆衛生
超低周波電磁界へのばく露」

WHOのガイダンス1

政策決定者は、労働者及び一般人を高レベルの電磁界への短期的ばく露による影響から防護するために規定された国際的なばく露ガイドラインを採用すべきです。(ICNIRP、IEEE)

WHOのガイダンス2

長期的影響に関しては、超低周波磁界へのばく露と小児白血病との関連についての証拠が弱いことから、ばく露低減によって健康上の便益があるかどうか不明であり、以下を推奨します。

- 政府及び産業界は、超低周波電磁界ばく露の健康影響に関する科学的証拠の不確かさを低減するため、科学的知見を検討しつつ、研究を推進すべきです。
- WHO加盟各国は、情報を提示した上での意思決定を可能とするため、全ての利害関係者との効果的で開かれたコミュニケーションプログラムを構築することが奨励されます。
- 新たな設備を建設する際には、ばく露低減のための低費用の方法を探索することは良いでしょう。適切なばく露低減方法は国ごとに異なるでしょう。ただし、恣意的に低いばく露限度を採用した政策は是認されません。

各国の電磁界に関する規制等

日本国内の規制

国内では、経済産業省の「電気設備に関する技術基準を定める省令」により、電力設備から発生する電界および磁界が規制されています。

電界については、静電誘導による刺激の防止を目的として、1976年に規制が導入されました。一方、磁界の規制が導入されたのは2011年になってからです。この磁界の規制では、最新の科学的知見を反映するため、2010年に改定されたICNIRPガイドラインの制限値（リファレンスレベル）が採用されました。

電界	特別高圧の架空送電線において、地表上1mにおける電界強度が3kV/m以下。（制定年：1976年）
磁界	電力設備（送電線、配電線、変電所等）のそれぞれの付近において、人によって占められる空間の磁束密度の平均値が200 μ T以下。（制定年：2011年）

海外各国の規制・ガイドライン

欧州を中心に、海外でもICNIRPガイドラインの制限値（ただし、2010年に改定される前の旧ガイドラインのリファレンスレベル）が規制またはガイドラインとして採用されています。

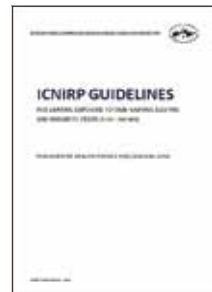
一般環境の商用周波電磁界に関する規制・ガイドライン

	制定年	電界		磁界	
		(kV/m)	区分*1	(μ T)	区分*1
ICNIRPガイドライン	2010年	5.0(50Hz) 4.2(60Hz)	ガイドライン	200(50Hz) 200(60Hz)	ガイドライン
米国*2	—	—	—	—	—
オーストラリア	2015年	5.0	勧告	200	勧告
ドイツ	2013年	5.0	規制	100	規制
スイス	2000年	5.0	規制	100*3	規制
フランス	2001年	5.0	規制	100	規制
スウェーデン	2002年	5.0	勧告	100	勧告
イタリア	2003年	5.0	規制	100*3	規制
英国	2011年	9.0	基準	360	基準
韓国	2004年	3.5	告示	83	告示

*1 規制：法律に基づいた義務的な基準。ガイドライン・勧告・基準：法的な拘束力をもたない自発的な基準・方針。
 *2 米国には国レベルの規制はないが、州レベルでは規制を設けているところもある。
 *3 スイス、イタリアでは本規制値以外に住宅、病院、学校等の特に気を配ることが必要な場所において、設備に対して「念のための政策」に基づいた制限値を設定している。

国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) のガイドライン

世界保健機関(WHO)が推奨する国際的なガイドラインの一つとして、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインが挙げられます。ICNIRPは、WHOの超低周波電磁界の健康リスク評価の結果を受けて、2010年11月に1Hz～100kHzの電界および磁界へのばく露制限に関するガイドラインを改定しました。居住環境に存在する電磁界の大きさ（3～4ページ参照）をこのガイドラインで示されている制限値（リファレンスレベル）と比較してみると、普段の生活において浴びる電磁界の大きさは十分に小さいことが伺えます。



「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100kHzまで）」（2010年11月）

ガイドライン制定の目的：
 全ての確立された健康への有害な影響を防護することです。

時間変化する電界および磁界への公衆ばく露の制限値（リファレンスレベル）
 —2010年制定

主な周波数帯	電界強度 (kV/m)	磁束密度 (μ T)
50Hz（東日本の商用周波数）	5	200
60Hz（西日本の商用周波数）	4.2	200
20kHz—90kHz（IH調理器の加熱周波数）	0.083	27

ICNIRPとは？

様々な種類の非電離放射線に関連する生物影響を調査し、非電離放射線ばく露に関する国際指針を作成しています。

ガイドラインの制限値

科学的根拠から導かれた遵守が義務付けられる“基本制限”に対して、“リファレンスレベル”は基本制限の遵守のための実用的なばく露指標として設定された値です。

【ばく露制限の根拠】

- ◇ガイドラインは、既刊の科学的文献を徹底的に議論した上で作成されました。
- ◇信頼できる科学的証拠がある影響のみがばく露制限の根拠として用いられました。神経および筋肉繊維への刺激効果、ならびに網膜閃光現象*の誘発が知られています。
 ※視野周辺部に微弱な光を感じる現象。
- ◇ばく露制限の根拠とするには、低周波磁界への長期ばく露が小児白血病のリスク上昇と因果的に関連することについての科学的証拠は弱いです。

【ICNIRPガイドラインの改定】

- ◇新ガイドラインでは、旧ガイドラインに比べて、より精密な人体モデルに基づくデータが用いられた等の理由により、制限値が変更されました。

■新旧ICNIRPガイドラインの制限値（リファレンスレベル）の比較

	新ガイドライン(2010)	旧ガイドライン(1998)
60Hz 磁界	200 μ T	83 μ T
50Hz 磁界	200 μ T	100 μ T
20kHz 磁界	27 μ T	6.25 μ T

あとがき



電気は私たちの暮らしにはなくてはならないものです。電気を使えば必ず電磁界が生じますが、その健康影響についてはさまざまな情報が出ており、信頼に足る情報はどれなのか、判断が難しいものです。

本書は、電磁界の正しい理解のきっかけとなることを願い、日本・世界で地道に積み重ねられてきた研究・調査や、国際的な指針もご紹介して、電磁界と健康影響などについて、できるだけわかりやすくお伝えしようと作成いたしました。

本書により、電磁界とはどういうものか、健康影響についての情報がどのような機関でどのような研究・調査に基づいたものなのかなど、ご参照いただき、ふだんの暮らしに欠かせない電気（電化製品、送電線など）から発生する電磁界について、ご理解の一助となれば幸いです。

用語集

電界

電圧がかかった物のまわりに発生する、電気的な状態のこと。単位はV/m(ボルト毎メートル)あるいはkV/m(キロボルト毎メートル)。電界の強度は電圧に比例し、電圧がかかった物から遠ざかるほど小さくなる。

磁界

電流が流れている物のまわりに発生する磁気的な状態のこと。その大きさの単位はT(テスラ)。磁界の大きさは電流に比例し、電流が流れている物から遠ざかるほど小さくなる。

T(テスラ)は「交流の父」とも呼ばれるニコラ・テスラ博士にちなんだ磁束密度の単位で磁界の大きさを示す単位はG(ガウス)が長年使われていましたが、国際単位系ではT(テスラ)に統一されています。1Tは10000G、1 μ Tは1Tの100万分の1(10mG(ミリガウス))です。

疫学研究

調査に基づいて病気の原因や有害な物質を探し出す医学的な研究です。疫学研究から病気の原因が推定された例としては、肺がんの原因の一つである「たばこ」などがあります。

実験研究

一般にマウスなどの動物を用いて実験しますが、人体や動物由来の組織や細胞なども用いられます。

がん、発がん性

がんとは、体を構成している正常な細胞が悪性化して無方向、無制限に増え(増殖)、正常な組織(または体)に有害となったものです。発がんは遺伝子の変化(突然変異)から始まりますが、その原因がすべて分かっているわけではありません。

白血病

血液のがんのことで、がん化した血液細胞が骨髄で無秩序に増える病気です。染色体を傷つける原因や危険因子まではわかっていませんが、放射線、化学物質、喫煙、ウイルスなどがその候補に挙がっています。

ばく露(ばくろ)

「浴びること」。科学の分野では「化学物質や物理的刺激などを生体が浴びる」という意味で使われます。たとえば「電磁界ばく露と健康との関連」という文は「電磁界を浴びることと健康との関連」という意味になります。

電磁波と電磁界

電磁波は交流の電界と磁界が作り出す波です。波の性質は電界と磁界の周波数によって大きく変化します。周波数が高くなると電界が磁界を作り、その磁界が電界を作るといったように電界と磁界が一体となって遠くまで伝わるようになります。一方、周波数が低くなると電界から磁界、磁界から電界を作ることができなくなり、電界と磁界はお互いに別に存在することができるようになります。すなわち、電圧をかけると電界、電流を流すと磁界、そして電圧がかかり、電流が流れる状態で発生するのが電磁界です。