

電磁界遊泳



ようこそ電磁界(海?)へ

「〇〇界」と聞いて皆さんは何を思いつかれるでしょう。自然界、生物界、人間界、芸能界、業界、霊界、……。だんだん私たちの世界から離れてきましたね。では、最近、テレビ、新聞や週刊誌などで目につくことが多くなった「電磁界」はいかがでしょう。

今日の豊かな生活は電気なしでは考えられません。電気を使えば必ず電磁界が発生しますので、私たちは「電磁界の海の中で暮らしている」とも言えましょう。それでは、この海は本当に、恐怖を煽り立てる報道のとおり、「発ガン」や「健康障害」などの原因となっているのでしょうか。

「健康への影響」を考える上では、次の2点に注意しておく必要があります。

1.どのくらいの量なら有害なのでしょうか

身体への影響には、これ以上でなければ起こらないというレベル(しきい値と言います)があると考えられています。殺虫剤や除草剤、アルコールもそうですが、これらを大量に摂れば何らかの障害が出てきますが、普段使うような微量では何も気にする必要はありません。

2.他の原因と比べてどれくらい危険なのでしょうか

私たちは、交通事故、火事や地震などの災害、ガンや伝染病などの病気をはじめ色々な危険と隣り合わせで暮らしています。私たちは本能的にそれらを避けようとするね。しかし、例えば、食品添加物を異常に気にしているヘビースモーカー、環境問題を憂えていながら車に乗ればスピード狂に豹変するドライバーなどはちょっとおかしいと思いませんか。「木を見て森を見ない」ことにならないよう、沢山の危険を各々比べてトータルとして判断する必要がありますね。

私たちのまわりに溢れている創られた虚像をいたずらに恐がるあまり、精神的なダメージを受けてしまうこともしばしばありますね。科学的に正しい知識を身につけておけば誇張された恐怖に振り回されることはありません。

この冊子では、皆さんを電磁界という海へご案内し、身のまわりの電磁界や健康への影響についてわかっていることを紹介したいと思います。波の荒いところや真っ暗で何も見えないところもあるかも知れませんが、どうぞ電磁“海”遊泳をお楽しみ下さい。



1 電磁界とは

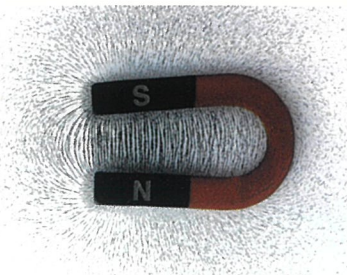
電界と磁界

小学校や中学校の理科の授業で実験した下の図や写真をご覧ください。電気と磁気ですが、私たちは直接目に見えないこれらに興味と神秘的な気持ちを抱きました。このような力が働く不思議な空間を、「電界」と「磁界」と言います。(各々、「電場」、「磁場」と言うこともあります)。

また、この2つをまとめて「電磁界」と呼んでいます。



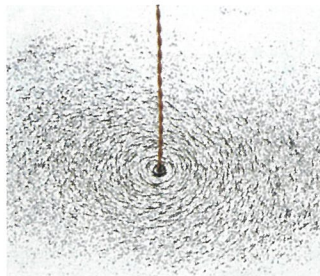
プラスチックの下敷きをこすって頭上にかざすと髪の毛が逆立ちます。静電気によって電圧の差ができます。



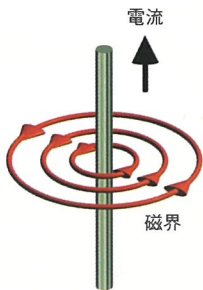
下敷きに砂鉄をまくとN極とS極をむすぶ模様が現われます。

このように、電圧がかかると電界が、電流が流れると磁界が発生します。

これらは自然界にもありますし、そして電気があるところには必ず発生していますので、私たちは電磁界の中で生活していると言えます。



プラスチックの下敷きに穴をあけて導線を通し、電流を流すと、砂鉄は導線のまわりに同心円状の模様を作って並びます。これは電流を流すことによって磁界ができたことを示しています。



電磁界の大きさの表し方

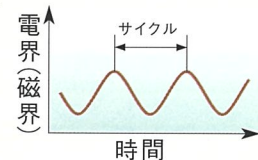
電界の大きさは、電圧の大きさと距離によって決まりますので、ボルト毎センチメートル (ボルト・パー・センチメートル) [V/cm] で表わします。V/mやkV/mも用いますが、ここではV/cmに統一しておきます。なお、1kV/m=10V/cmです。

一方の磁界の大きさは磁束密度とし、電流の大きさと距離によって決まります。単位はガウス[G]を用います。永久磁石を利用した健康商品でお馴染みだと思います。この1000分の1のミリガウス[mG]、1万倍のテスラ[T]などありますが、ここではガウスに統一します。

静電界(静磁界)と変動電界(変動磁界)

電流や電圧には、「直流」と「交流」があります。電池のように、プラスとマイナスが常に一定の場合が直流で、家庭用電気のように1秒間に60回(東日本では50回)プラスマイナスが変わるものが交流です。同様に、方向や大きさが一定の電界(磁界)を静電界(静磁界)、それらが時間とともに変化する電界(磁界)を変動電界(変動磁界)と言って区別しています。

変動する電磁界では、1秒間のサイクル(山から山、または谷から谷)の数を「周波数」と呼び、ヘルツ[Hz]という単位で表します。家庭用電気は60ヘルツであると言います。



電磁界と電磁波

60ヘルツくらいでは、電界と磁界は別々に分けて考えていきますが、周波数が高くなると、電波のように電界と磁界がお互いに組み合わさって遠くへ伝わっていくようになります。これを「電磁波」と呼んでいます。

電磁波の間には、周波数の低い順に、電波(ラジオやテレビでご存じですね。他に電子レンジに使われているマイクロ波もあります)、光(赤外線、可視光線、紫外線)、電離放射線(レントゲン撮影でお世話になるエックス線など)に大別され、各々特徴的な性質を持っています。物質中の透過性、加熱効果などは周波数によって大きく異なりますので、特に極低周波(ELF)は他の高周波電磁波と区別して、電磁界として取り扱います。

放射線	X線・γ線		100億の100億倍ヘルツ (10^{20} Hz)
光	紫外線 可視光線 赤外線		100億の1万倍ヘルツ (10^{14} Hz)
電波	マイクロ波		10億ヘルツ (10^9 Hz)
	UHF VHF		
	短波 中波 長波		
(電磁界)	極低周波		60ヘルツ 60Hz

電磁波の機器障害

近年問題とされてきた「電磁波障害」には、携帯電話からの高周波の電波による心臓ペースメーカーや医療機器、航空機の航行システム機器などの誤動作という問題があります。これら電子機器への影響と、人の健康とはまったく異なる問題ですので、はっきり区別する必要があります。

2 身のまわりの電磁界

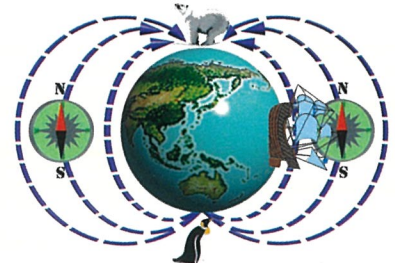
自然界に見られる電磁界

入道雲と地面の間には大きい電界 (200V/cm に達することもある) が生じています。



雷雲と地面の間にも電界ができます。

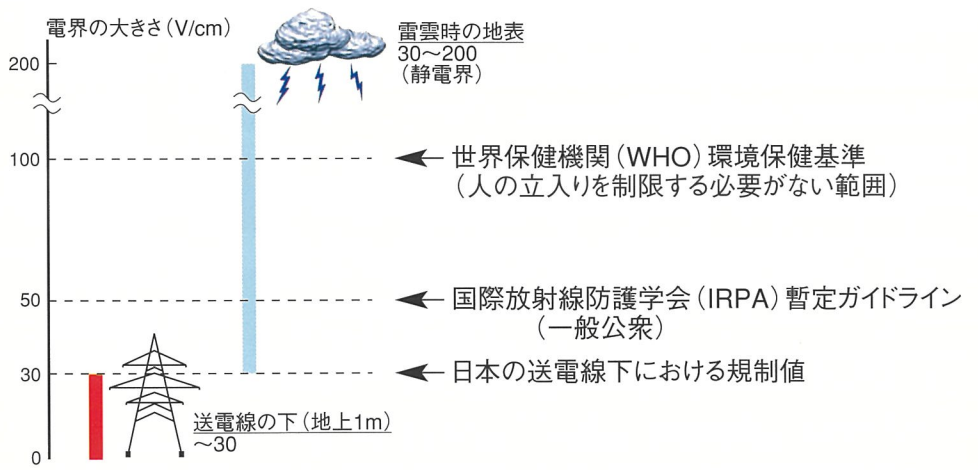
地球は大きな永久磁石になっています。このお陰で私達はコンパスによって方位を知ることができます。磁界の大きさは約0.5ガウスです。



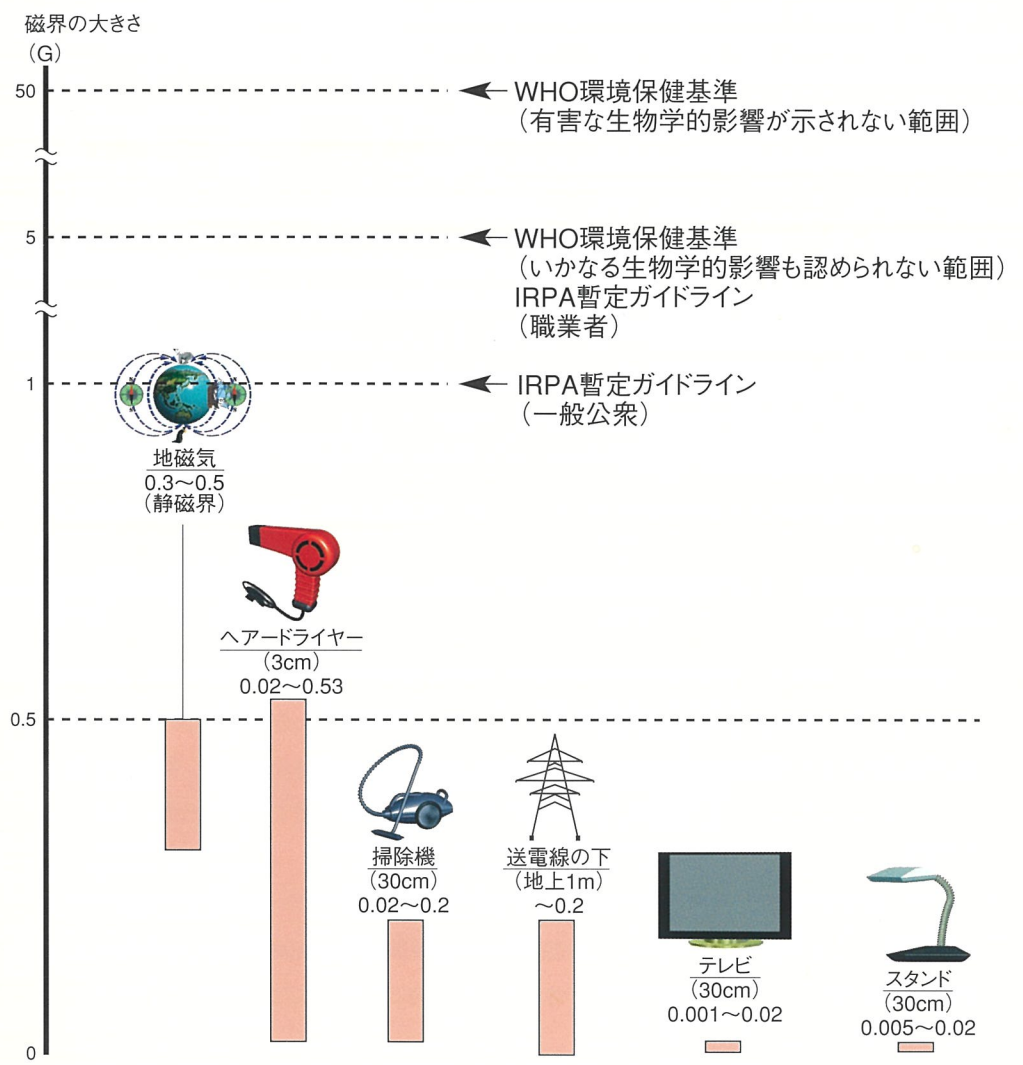
電気利用に伴う電磁界

私達の豊かな生活には電気は絶対に欠かせません。電気を利用すれば必ず電磁界が発生しますが、その大きさをまとめてみます。単位よりも、相対的な大きさに注意しましょう。

電界の方は、周りにある物体によって大きく変動しますが、送電線の下 (地上1m) でも30V/cm 以下です。



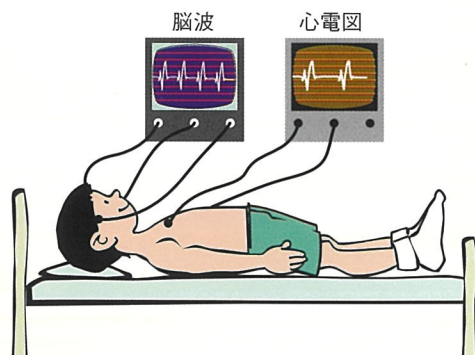
家電製品などから発生する磁界の大きさ (最大値) を下の図にまとめてみました。電磁界の大きさは距離が離れると急激に小さくなっていきますので、磁界の大きさ (G:ガウス) の横に、距離を () 内に書き込んでいます。



3 生体への影響について

生体内誘起電流

生体が電磁界の中に置かれると、電磁気学的には、生体内に電流を引き起こしたり(誘導電流と言います)、生体表面に電界を誘起します。しかし脳波や心電図によって診断されることでもおわかりのように、もともと生体内には電気的活動によって約100ヘルツ以下の電流が自然に流れています。



この生体電流と同じ位の電流を誘導させるには、およそ5~50 Gauss (居住環境の最大レベルの数十倍~数百倍以上)の外部磁界が必要です。

人間の身体で最も敏感なところは眼球と言われています。頭部が100 Gaussを超える強磁界に曝されると青白い光を感じる(磁気閃光現象)がわかっています。

疫学調査

疫学とは、人の病気とその発生に関係する可能性のある要因との関連性を統計的に調査する方法です。人体実験を行うことが難しい現状において、人を対象にした疫学調査は、貴重な情報として活用されます(喫煙と肺ガンとの関係もこの方法で最初に指摘されました)。電磁界に関しても、小児ガン、成人ガン、生殖機能、神経機能などの相関関係に関する調査結果が報告されています。

しかし、疫学研究では、他の要因(交絡因子と言います)の影響やデータに含まれるばらつきを完全に除くことが困難なこともあって、この結果だけから因果関係を結論づけることはできません。細胞や動物を用いた生物学実験の結果と合わせて総合的に判断することが必要になります。

ガンに関する研究

死因の大半を占めるガン。やはり私たちには最も気になる病気ですね。タバコ、人工着色料、防腐剤、種々の化学物質、アスベスト、紫外線、放射線など色々な原因が調べられてきました。発ガンのメカニズムに不明なところも残っていますが、おおよそ下図のような多段階を経ると考えられています。



紫外線やX線のような周波数の極めて高い電磁波と異なり、50~60ヘルツの電磁界は高分子の化学結合を切断するために必要なエネルギーの100兆分の1程度しかありませんので、直接DNAに損傷を与えることはありません。従って、現在の生物学研究では促進作用の有無に焦点が絞られています。

細胞レベルでは、DNA合成、染色体異常、遺伝子発現、免疫系、ホルモン、カルシウム輸送などへの電磁界の影響を調べる実験が続けられています。現時点では、電磁界のガン促進作用を示す証拠はありません。



動物実験施設の例(電力中央研究所の実験装置)

磁界発生装置内でネズミ(ラット、マウス)等を飼育し、磁界のネズミへの影響について実験しています。

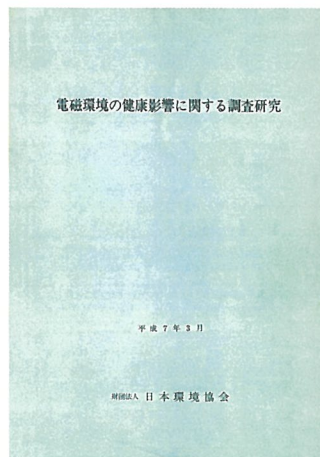
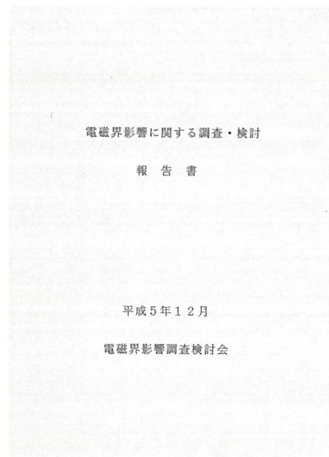
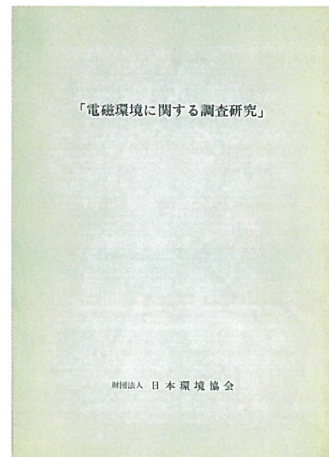
磁界はフレームに沿って巻かれたコイルに電流を流すことにより発生(上下・前後方向)させています。

4 人の健康への影響について

「ソ連の電力設備作業者に疲労などの兆候が認められた」という報告(1966年)を受け、その後電界の人体への影響を調べる研究が行われました。この結果、現在では、居住環境の「電界」では問題がないと考えられています。

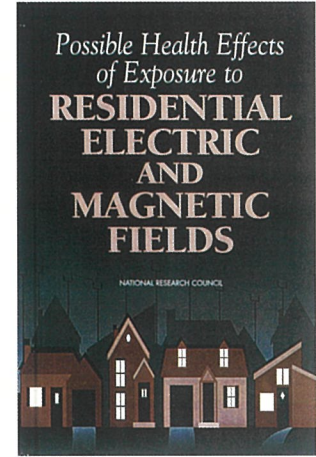
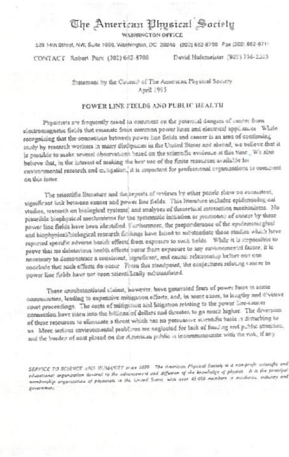
一方、小児白血病との疫学調査で弱い関連性が報告(1992年、スウェーデン カロリンスカ研

発表年	機関名	発表文献
1992	環境庁	電磁環境の安全性に関する調査研究報告書
1992	通商産業省 資源エネルギー庁	電磁界影響に関する調査・検討報告書
1992	環境庁	電磁環境の健康影響に関する調査研究報告書
1995	米国物理学会	送電線電磁界と健康に関する声明
1996	全米科学アカデミー	報告書(居住環境における電磁界暴露による健康への影響)



究所)された「磁界」については、その関連性を否定する結果が報告(1997年、米国国立ガン研究所)されるなど、現在も様々な観点からの研究が続けられています。国内外の専門機関では、これまで発表されてきた疫学調査、動物・細胞実験に関する多くの研究論文を詳細に調べていますが、いずれも居住環境の磁界レベルでは人の健康への影響は確認されていません。

要旨
世界保健機関の環境保健基準(1987)を超える資料はない。生活環境における電磁界は、国際放射線防護学会のガイドライン(1990)以下である。
現時点において、居住環境で生じる商用周波数(50/60Hz)磁界により、人の健康に有害な影響があるという証拠は認められない。
前回報告(1992)と同じく、電磁界の生体影響に関するこれまでの知見を修正するに足る報告はない。
ガンと電力線の電磁界に一貫した有意な関連性は示されていない。
送配電線や家庭電化製品のまわりに発生する電磁界が、ガン、生殖機能障害、発育異常など人の健康障害に結びつく因果関係について科学的に証明する決定的証拠はない。



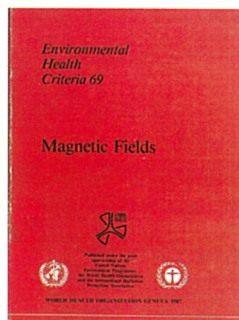
5

電磁界に対する基準・勧告

国際機関による基準・勧告

国連の専門機関のひとつである世界保健機関(WHO)は、この電磁界について(2編の)「環境保健基準」を刊行しています。

区分	電界(V/cm)		磁界(G)	
機関名	WHO			
名称	環境保健基準35		環境保健基準69	
発行年	1984年		1987年	
数値	100	50	5	
説明	上記の数値以下では、この区域への立入りを制限する必要はない。		上記の数値以下では有害な生物学的影響は認められない。	上記の数値以下ではいかなる生物学的影響も認められない。



また、世界の関係学会が加盟する学術団体である「国際放射線防護学会(IRPA)」は、1990年に「商用周波電磁界の暴露限界に関する暫定ガイドライン」を発表しています。

区分	電界(V/cm)		磁界(G)	
機関名	IRPA			
名称	50/60Hz電磁界の暫定ガイドライン			
発行年	1990年			
数値	100	50	5	1
説明	職業者を対象に定めた限界値	一般公衆を対象に連続してあびた状態での限界値	職業者を対象に定めた限界値	一般公衆を対象に連続してあびた状態での限界値



各国の規制

世界各国では、WHOの環境保健基準及びIRPAの暫定ガイドラインを参考にして規制値を定めています。

区分	電界(V/cm)		磁界(G)	
	一般公衆	職業者	一般公衆	職業者
日本 (通商産業省令)	30	—	—	—
米国	—	250	—	10
ドイツ	50	—	1	—
イタリア	50~100	—	1~10	—
ポーランド	10~100	150~200	—	—
ベルギー	50~100	—	—	—
英国	123	123	16	16
オーストラリア	50~100	100~300	1~10	5~250

1998年3月現在

(注) スウェーデン規制

よく話題になるスウェーデンにおいては、磁界の制限値を決めるための国の基準はありません。



関西国際空港

遊泳を終えて

この小冊子では、「電磁界」は電磁波とは区別して考えること、電磁界は身近にあり、その大きさは相対的にどれ位かということ、電磁界による生体影響に関する研究が積極的に続けられていること、居住環境の電磁界が人の健康に及ぼす影響は認められないと考えられていること、そして国際機関が基準やガイドラインを発表していることを紹介してきました。説明の中で、難しい電磁気学の話や、「証拠は得られていない」とか「認められていない」という曖昧に聞こえそうな表現がありました。後者では、可能性を絶対否定することが、例えばネッシーのような恐竜がどの湖にもいないことを証明するのと同様に難しいことを述べています。いずれも、科学的正確さを保つためには避けられなかったことをご理解下さい。お読みになった皆様が、わかりにくい「電磁界」について少しでもご理解いただき、親近感を覚えていただけたなら幸いです。

「電磁界遊泳」に関するご要望やご質問は下記へお問い合わせください。

発行所 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
電話 06-441-5323

本冊子の一部又は全部の無断転載を禁じます。