

令和5年度

産業保安等技術基準策定調査研究等事業
(電力設備電磁界情報調査提供事業)

報告書

令和6年3月

一般財団法人 電気安全環境研究所

目 次

第1章 事業報告（概要）

1. 1 情報調査提供の目的	1
1. 2 成果の概要	1
1. 2. 1 国内外における電磁界に関する研究動向・規制動向調査	1
1. 2. 2 電磁界の健康影響に関する講演会の開催	1
1. 2. 3 ホームページ及びパンフレット「電磁界と健康」の作成及び改訂	2

第2章 事業報告（詳細）

2. 1 国内外における電磁界に関する研究動向・規制動向調査	3
2. 1. 1 国内外における電磁界に関する研究動向調査	3
2. 1. 2 国内外の商用周波電磁界に対する規制（一般公衆）	19
2. 1. 3 国外の商用周波電磁界に対する規制（職業者）	19
2. 2 電磁界の健康影響に関する講演会の開催	22
2. 2. 1 企画概要	22
2. 2. 2 講演会の開催準備	24
2. 2. 3 講演会当日配布物	25
2. 2. 4 講演者との講演内容の調整	26
2. 2. 5 講演動画の配信	26
2. 2. 6 開催結果	27
2. 2. 7 開催結果の考察	47
2. 3 ホームページ及びパンフレット「電磁界と健康」の作成及び改訂	49
2. 3. 1 パンフレット「電磁界と健康」の改訂	49
2. 3. 2 ホームページ「電磁界と健康」の改訂	49
2. 4 次年度事業への提言	50

別紙 1	電磁界の健康影響に関する講演会	質疑応答
資料 1	パンフレット「電磁界と健康」(改訂第 21 版)	
資料 2	ホームページ「電磁界と健康」	
資料 3	電磁界の健康影響に関する講演会	予稿集
資料 4	電磁界の健康影響に関する講演会	事前質問・回答集
資料 5	電磁界の健康影響に関する講演会	参考資料(各会場磁界測定結果)

第1章 事業報告（概要）

1. 1 情報調査提供の目的

商用周波電磁界に関する国内外の研究動向、諸外国の規制動向について広く国民に提供し、電磁界の健康影響に対する国と国民との間のリスク認知のギャップを埋め、国民の漠然とした不安感を低減させることを目的とする。

1. 2 成果の概要

1. 2. 1 国内外における電磁界に関する研究動向・規制動向調査

世界最大の電磁界データベースである EMF-PORTAL における出版年が 2023 年の商用周波電磁界に関する文献は 143 件あった（2024 年 1 月 31 日現在）。これらのうち、内容が生体影響に関わらないもの、電撃傷や感電死に関するもの、医療応用（電気刺激など）に関するもの、会議予稿集・コメント・レターに類するもの、英語以外の言語で書かれたものは除外した。その結果、90 件を除いた残りの 53 件について整理を実施した。

また、国内外の商用周波電磁界に対する規制（一般公衆）、国外の商用周波電磁界に対する規制（職業者）について、関係する機関（ホームページ）等の調査を行い、結果をとりまとめた。

1. 2. 2 電磁界の健康影響に関する講演会の開催

経済産業省（商務情報政策局産業保安グループ電力安全課）と総務省（総合通信基盤局電波部電波環境課）が、電磁界の健康影響に関する講演会を大磯町、那覇市、札幌市、松本市、大阪市、高松市の全国 6 箇所で共同開催した。また、大磯町以外の 5 会場はハイブリット形式で開催し、ウェブ参加も可能とした。

講演テーマは、電力設備から発生する商用周波電磁界だけでなく、携帯電話等の電波も加え、講演 1「電波の安全性に関する総務省の取組」、講演 2「NICT における電波ばく露レベルのモニタリング」、講演 3「電力設備から発生する電磁界に関する経済産業省の取組」、講演 4「電力設備から発生する磁界の測定結果」、講演 5「電磁波（電磁界）その健康リスク評価とリスク管理」とした。

なお、参加費は 6 会場すべて無料とした。マスメディア等を活用した効果的な開催周知を行ったことにより、合計で参加申込数 1,341 名、参加実績数 972 名となった。

<大磯町講演会>

日 時：令和 5 年 11 月 17 日（金）12:45～16:00

場 所：ノジマ大磯スクウェア 大研修室（3 階）

<那覇市講演会>

日 時：令和 5 年 12 月 5 日（火）12:45～16:00

場 所：沖縄県青年会館 大ホール（2 階）

<札幌市講演会>

日 時：令和 5 年 12 月 21 日（木）12:45～16:00

場 所：札幌市民交流プラザ クリエイティブスタジオ（3 階）

<松本市講演会>

日 時：令和 6 年 1 月 18 日（木）13:00～16:15

場 所：まつもと市民芸術館 小ホール（2 階）

<大阪市講演会>

日 時：令和 6 年 2 月 1 日（木）13:00～16:15

場 所：大阪府立男女共同参画・青少年センター ホール（7 階）

<高松市講演会>

日 時：令和 6 年 2 月 16 日（金）13:00～16:15

場 所：高松シンボルタワー かがわ国際会議場（タワー棟 6 階）

1. 2. 3 ホームページ及びパンフレット「電磁界と健康」の作成及び改訂

パンフレット「電磁界と健康」改訂第 21 版（令和 5 年度版）は、改訂第 20 版（令和 4 年度版）以降に電磁界研究および規制動向において反映すべき大きなトピックがなかったため、国際がん研究機関（IARC）による発がんハザード分類数及び各種ウェブページ URL の更新、身のまわりの磁界の強さに関するグラフへの地中送電線の測定データ追加等の比較的軽微な情報更新を行い発行した。

改訂第 21 版パンフレットは、大磯町、那覇市、札幌市、松本市、大阪市、高松市で開催した講演会で会場参加した全員に配布した。

パンフレット改訂内容にあわせて、経済産業省ホームページ「電磁界と健康」の改訂データを作成し、国民が最新かつ正確な電磁界情報を入手できるようにした。

第2章 事業報告（詳細）

2. 1 国内外における電磁界に関する研究動向・規制動向調査

2. 1. 1 国内外における電磁界に関する研究動向調査

（1）EMF-Portal における文献調査

電磁界の健康影響に関連する研究論文についての世界最大のデータベースである EMF-Portal <<https://www.emf-portal.org/ja>> を使用し、2023 年に公表された商用周波電磁界に関する文献を収集・整理して内容を取りまとめた。

① 調査対象

EMF-Portal の論文検索機能を使用して下記の条件で抽出を行った。

（抽出条件）

- ・ キーワード : 空白
- ・ 著者 : 空白
- ・ 学術誌 : 空白
- ・ 出版年 : 「2023」を入力
- ・ トピックス : 「実験研究」「疫学研究」「技術／ドシメトリの研究」「法律、勧告、ガイドライン」「リスクコミュニケーション」「その他」の項目にチェック
- ・ 周波数範囲 : 「電力線周波数（50/60 Hz）」にチェック
- ・ 論文登録の時期 : 「全て」にチェック

抽出した結果、出版年が 2023 年と記された文献は 143 件あった（2024 年 1 月 31 日現在）。

② 整理する文献の絞り込み

①のうち、内容が生体影響に関わらないもの、電撃傷や感電死に関するもの、医療応用（電気刺激など）に関するもの、会議予稿集・コメント・レターに類するもの、英語以外の言語で書かれた以下の 90 件を除外した 53 件について整理を実施した。

（除外した論文の内訳）

- a) 内容が生体影響に関わらないもの（電磁障害を含む）：22 件
- b) 電撃傷や感電死に関するもの：5 件
- c) 医療応用（電気刺激など）に関するもの：30 件
- d) 会議予稿集・コメント・レターに類するもの：25 件
- e) 英語以外の言語を使用：8 件

③ 整理した文献の分析

53 件の論文の内訳は以下の通りである。

- ・ 疫学研究：10 件
- ・ 実験研究：28 件
 - － ヒト研究：2 件
 - － 動物研究：18 件
 - － 細胞研究：8 件
- ・ 技術／ドシメトリの研究：10 件
- ・ 法律、勧告、ガイドライン：0 件
- ・ リスクコミュニケーション：2 件
- ・ その他：3 件

今回収集した論文のうち、商用周波磁界の健康影響に関するものとして、比較的重要度が高いものは、文献 No. 28「高圧電力線からの磁界への居住環境ばく露と小児白血病のリスク」であった。この症例対照研究は、高圧電力線からの磁界ばく露と小児白血病のリスクとの関連を、イタリアのモデナおよびレッジョ・エミリア両県に居住する 0～15 歳の子どもで、1998～2019 年に診断された 182 人の小児白血病症例、および年齢、性別、県でマッチングした 726 人の対照について調べた。被験者の住居から最も近い電力線までの距離と、居住地における磁界強度のモデリングでばく露を評価した。その結果、高圧電力線から 100 m 未満の距離に住む子どもと、400 m 以上離れた場所に住む子どもを比較した場合、オッズ比 (OR) = 2.0 (95%信頼区間 (CI) = 0.8-5.0) と、統計的に有意ではないリスク上昇が認められた。全体としては、「超低周波 (ELF) 磁界ばく露と小児白血病との間に因果関係があるとまでは言えない」という従来の結論に変更を迫るような新たな知見はなかった。

なお、今回収集した論文以外の分類ではあるが、公的機関からの刊行物として、欧州委員会に対する科学諮問機関の一つである「保健・環境・新興リスクについての科学委員会 (SCHEER)」が、「電磁界ばく露の潜在的健康影響：1 Hz から 100 kHz の間の周波数に関する最新情報」について、公開協議用の予備的意見書を公表した¹。この予備的意見書の要旨は以下のとおりである。

- ・ 主に症例対照研究に基づく、白血病と ELF 磁界ばく露に関する刊行済みの系統的レ

¹ European Commission. Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER). Preliminary Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF): 13 Update with regard to frequencies between 1Hz and 100 kHz. The SCHEER adopted this document on 6 October 2023.
https://health.ec.europa.eu/system/files/2023-11/scheer_o_063.pdf

ビューは、ELF 磁界ばく露が一貫性のある、但し控えめなリスク推定値を示すことを明らかにしているが、量 - 反応曲線を確認するには証拠が少なすぎた。小児白血病に関しては、疫学研究からの弱い、ないしは控えめな証拠の重みがある（主要な証拠）。しかしながら、大多数の研究で用いられている動物モデルは、小児白血病の研究には適しておらず、ゆえにこの線からは弱い証拠がある。更に、ELF 磁界ばく露による悪性新生物（がん）の誘導についての相互作用のメカニズムからの弱い証拠がある。結果的に、全体として、ELF 磁界ばく露と小児白血病との関連に関しては弱い証拠がある。

- 全体として、ELF 電磁界への職業ばく露と筋萎縮性側索硬化症との間の関係についての（主にヒト研究からの）控えめな証拠、ELF 電磁界への職業的ばく露とアルツハイマー病および認知症との関連についての弱い証拠があるが、居住環境ばく露とこれらの神経変性疾患についての証拠は不確か、ないしは弱い。電磁界ばく露とパーキンソン病または多発性硬化症との間には、有意な関連は確立できていない。
- ELF 電磁界ばく露と神経生理学的アウトカムについての系統的レビューまたはメタ分析は同定できなかった。ゆえに、潜在的影響について決定的な結論を導くことは依然としてできない。
- 入手可能な系統的レビューおよびメタ分析は、ELF 電磁界ばく露と妊娠または生殖アウトカムとの間の関連を示していない。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
1	携帯電話基地局の近くでの電磁過敏症 - スウェーデンのストックホルムでの一症例	Electromagnetic hypersensitivity close to mobile phone base stations - a case study in Stockholm, Sweden	Hardell L, Koppell T	Sweden	Rev Environ Health	2023	38 (2): 219-228	10.1515/reveh-2021-0169	35238501	この著者らは、彼らが電磁過敏症（EHS）と考える一症例について以下のように報告している。以前は健康だった労働者が、高いレベルの人工的な電磁界にばく露されるオフィスに転勤した後にEHSに割り当てられる症状を発症した。これらの症状は、例えば頭痛、関節痛、耳鳴り、めまい、記憶喪失、けん怠感、不眠症、一過性の心血管異常、および皮膚病変で構成される。大半の症状は2週間の病欠後に緩和した。職場での最も高い高周波（RF）電磁界レベルは1.72 V/m (7,852 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) であった。電源からの50 Hz超低周波（ELF）電磁界の測定値は最大285 nT（平均241 nT）であった。電車のELF電磁界は16.7 Hzで383 nT（平均76 nT）であった。職場での電磁界ばく露はEHS関連症状の発症の原因となり得る。この関連は職場の外での症状の軽減によって強められた、と著者らは述べている。
2	磁界へのばく露と小児白血病：症例対照研究およびコホート研究の系統的レビューおよびメタ分析	Exposure to magnetic fields and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis of case-control and cohort studies	Brabant C, Geerinck A, Beaudart C, Tirelli E, Geuzaine C, Bruyère O	Belgium	Rev Environ Health	2023	38 (2): 229-253	10.1515/reveh-2021-0112	35302721	小児白血病と、電力線および各種の電気製品から生じる超低周波（ELF）磁界との関連は、過去40年間に広く研究されてきた。しかしながら、ELF磁界が白血病のリスク因子となる条件は依然として不明である。この論文の著者らは、複数の発生源からのELF磁界と小児白血病との関連を解明するため、系統的レビューおよびメタ分析を実施した。Medlin、Scopus、CochraneおよびDAREデータベースを系統的に検索し、ELF磁界と小児白血病との関連を調べた個々の論文を同定した。磁界ばく露の評価に用いられた異なる指標（磁束密度：< 0.2 μT と> 0.2 μT を比較；子どもの住居から電力線までの距離：> 200 mと< 200 mを比較；ワイヤコード：定電流配置と高電流配置を比較）を考慮した、全体的なメタ分析を実施した。更に、磁束密度、電力線への近接度、ワイヤコードのいずれかに基づいたメタ分析を実施した。電気製品と小児白血病との関連も調べた。参考文献863報のうち、38報を系統的レビューに包含した。その結果、全体的なメタ分析では、小児白血病とELF磁界との関連が示され（21報をプールしたオッズ比（OR）= 1.26、95%信頼区間（CI）= 1.06-1.49）、関連は主に2000年以前に実施された研究によるものと説明された（初期の研究：プールしたOR = 1.51、95% CI = 1.26-1.80に対し、後期の研究：プールしたOR = 1.04、95% CI = 0.84-1.29）。磁界測定値を用いた研究のみに基づいたメタ分析では、小児白血病と関連した磁束密度の閾値は0.4 μT 超であることが示された（12報、> 0.4 μT ：プールしたOR = 1.37、95% CI = 1.05-1.80；急性リンパ芽球性白血病のみにについての7報、> 0.4 μT ：プールしたOR = 1.88、95% CI = 1.31-2.70）。より低い磁界は白血病と関連していなかった（12報、0.1-0.2 μT ：プールしたOR = 1.04、95% CI = 0.88-1.24；0.2-0.4 μT ：プールしたOR = 1.07、95% CI = 0.87-1.30）。距離を用いた研究（5報）のみに基づいたメタ分析では、電力線から50 m以内および200 m以内での居住についてプールしたORは、それぞれ1.11（95% CI = 0.81-1.52）および0.98（95% CI = 0.85-1.12）であった。電力線から50 m以内での居住と急性リンパ芽球性白血病についての個別の分析では、プールしたOR = 1.44（95% CI = 0.72-2.88）であった。ワイヤコードを用いた研究（5報）のみに基づいたメタ分析では、非常に高い電線配置（VHCC）についてプールしたOR = 1.23（95% CI = 0.72-2.10）であった。電気毛布（4報、プールしたOR = 2.75、95% CI = 1.71-4.42）および電気置時計（4報、プールしたOR = 1.27、95% CI = 1.01-1.60）へのばく露後の小児白血病のリスク上昇が示された。これらの結果は、0.4 μT 超のELF磁界は小児の白血病、おそらく急性リンパ芽球性白血病の発症リスクを高め得ることを示唆している。0.4 μT 超のELF磁界を生じる電気毛布のような電気製品への長時間ばく露は、小児白血病のより高いリスクと関連している、と著者らは結論付けている。
3	健康な男性の開眼条件での20分間の超低周波電界処理中の心拍変動および脳電図における変化	Alterations in Heart Rate Variability and Electroencephalogram during 20-Minute Extremely Low Frequency Electric Field Treatment in Healthy Men during the Eyes-Open Condition	Shinba T, Nedachi T, Harakawa S	Japan	IEEJ Trans Electr Electron Eng	2023	18 (1): 38-44	10.1002/tee.23695	—	この論文の著者らは先行研究で、脳電図（EEG）および心拍変動（HRV）測定を用いて超低周波（ELF）電界の神経作用を調査し、1分間の電界処理（50 Hz、30 kV）でEEGのシータ波のパワーが上昇することを明らかにした。今回の研究では、より長い処理時間の影響を評価した。椅子に座った健康な男性10人に対し、片方を頭部、もう片方を足の下に取り付けた電極間に電界を20分間印加した。後頭部のEEGおよびHRVを開眼条件で測定した。その結果、パワースペクトル分析では、電界処理中にアルファ波およびシータ波のパワーのリズム、ならびにHRVの低周波成分の上昇、および心拍の低下が認められた。これらの影響は電界処理後には持続しなかった。ELF電界処理は脳の活動だけでなく、HRVに反映される自律神経活動にも影響することが示唆された、と著者らは結論付けている。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
4	ストレス反応に対する低周波電磁界（50 Hz）のインパクトについての新たな見解 - ホルミシス効果	New view on the impact of the low-frequency electromagnetic field (50 Hz) on stress responses - hormesis effect	Klimek A, Kletkiewicz H, Siejka A, Wyszowska J, Maliszewska J, Klimiuk M, Jankowska M, Seckl J, Rogalska J	Poland	Neuroendocrinology	2023	113 (4): 423-441	10.1159/000527878	36323227	既存のデータから、電磁界ばく露が中程度のストレスを与え、視床下部 - 下垂体 - 副腎（HPA）軸の乱れに寄与している可能性が示されている。HPA軸の活性を調節する重要な制御経路には、二種類の副腎皮質ホルモン受容体（電解質コルチコイド（MR）受容体および糖質コルチコイド（GR）受容体）が含まれる。これらは特に、HPA軸フィードバック制御の重要な場所である海馬に豊富に存在する。この研究は、1) 電磁界がホルミシス（その強度（1または7 mT）に応じた双方向性の作用）を示すかどうか、2) 反復的な電磁界ばく露がその後のストレス因子に対するストレス反応を変化させるかどうか、を調べた。成体ラットへの電磁界ばく露（1 mTおよび7 mT、1時間/日、7日間）を3回繰り返し、各回のばく露後にHPA軸ホルモンとその受容体を分析した。その後のストレス因子に対するホルモンおよび行動学的反応に対する電磁界ばく露の影響を、オープンフィールド試験で評価した。その結果、電磁界ばく露はHPA軸の活性に対する新たな「セットポイント」を確立し得ることが示された。このプロセスの方向と動態は、電磁界の強度とばく露の回数に依存した。1 mTの電磁界は適応応答を生じたが、7 mTは鋭敏化を生じた。従って、電磁界はその後のストレス因子に対する生物の脆弱性を変化させた。また、1 mTばく露群の海馬におけるMRのmRNAの豊富さの増加も認められ、これは神経防護反応の可能性を示している可能性があり、電磁界の治療特性を示唆している、と著者らは結論付けている。
5	電磁界へのばく露はALS患者の発症年齢または病気の進行を変化させない	Exposure to electromagnetic fields does not modify neither the age of onset nor the disease progression in ALS patients	Vasta R, Callegaro S, Grassano M, Canosa A, Cabras S, Di Pede F, Matteoni E, De Mattei F, Casale F, Salamone P, Mazzini L, De Marchi F, Moglia C, Calvo A, Chiò A, Manera U	Italy	Amyotrophic Lateral Sclerosis Frontotemporal Degeneration	2023	24 (3-4): 343-346	10.1080/21678421.2022.2142800	36367329	電磁界ばく露は筋萎縮性側索硬化症（ALS）の発症リスクを高めることが示唆されている。この研究は、ALSの発症年齢および進行率に対する電磁界ばく露の影響を調べた。ALS患者の大規模コホート（n = 1098）を診断時にジオローカライズした。同時に、電力線およびリピータアンテナの分布についてのデータを取得した。各リピータアンテナへのばく露を、各アンテナからの距離の二乗の逆数の総和として計算した。電力線へのばく露は、半径が異なる（100 m、250 m、500 m、1000 m、2000 m）複数の円の中心に各患者の住所があると仮定し、各半径の円に含まれる電力線の長さとして計算した。最後に、ばく露の中央値に基づいて患者を低ばく露群および高ばく露群に割り付け、Mann-Whitney検定を用いて比較した。回帰モデル（各半径につき1回）も実施した。その結果、発症年齢および進行率のいずれについても、低ばく露群と高ばく露群で差はなかった。また、回帰モデルでも有意な関連は認められなかった。これらの知見は、電磁界はALSの表現型または進行を変化させないことを示唆している、と著者らは結論付けている。
6	50 Hz磁界はばく露の96時間後の乳がん細胞の生存率に影響力を及ぼす	A 50 Hz magnetic field influences the viability of breast cancer cells 96 h after exposure	Elxepuru-Zabaleta M, Lazzarini R, Tartaglione MF, Piva F, Ciarapica V, Marinelli Busilacchi E, Poloni A, Valentino M, Santarelli L, Bracci M	Spain	Molecular Biology Reports	2023	50 (2): 1005-1017	10.1007/s11033-022-08069-7	36378418	この研究は、50 Hzの超低周波（ELF）磁界への最長24時間のイン・ビトロばく露が、乳がん細胞株MDA-MB-231およびMCF-7、ならびに乳房細胞株MCF-10Aの生存率および応答に及ぼす影響を調べた。細胞株を0.1 mTおよび1.0 mTの50 Hz磁界にばく露し、ばく露開始から96時間後に調べた。その結果、ばく露時間がこれらの腫瘍および非腫瘍原性細胞株の生存率および増殖に対して影響力を有することが示された。特に、短期ばく露（4-8時間、0.1 mTおよび1.0 mT）は乳がん細胞の生存率を高めたが、長期の高ばく露（24時間、1.0 mT）は全ての細胞株で生存率および増殖の低下につながった。がん細胞と正常な乳房細胞ではELF磁界への異なる反応が見られた。ELF磁界ばく露後にミトコンドリア膜電位および活性酸素種産生が変化したことから、ミトコンドリアが乳房細胞におけるELF磁界の標的である可能性が高いことが示唆された、と著者らは報告している。
7	シンチグラフィーおよび組織病理学的評価による超低周波の後の鼻粘膜線毛クリアランス	Nasal mucociliary clearance after extremely low frequency by scintigraphic and histopathologic evaluation	Aydinbelge-Dizdar N, Akbulut A, Koca G, Yumusak N, Canseven Kursun AG, Billur D, Korkmaz M	Turkiye	Laryngoscope	2023	133 (9): 2081-2089	10.1002/lary.30490	36444894	この研究は、鼻シンチグラフィーおよび組織病理学的評価による鼻粘膜線毛クリアランス（MCC）に対する、超低周波（ELF）磁界ばく露の影響を調べた。ラットをELF磁界ばく露群（1、1.5または2 mT、4時間/日、30日間）および対照群に割り付けた。鼻シンチグラフィーでMCCを測定した。鼻組織を、浮腫、炎症、充血、壊死、繊毛損失、杯細胞密度、および線維芽細胞増殖について調べた。その結果、鼻粘膜繊毛クリアランス率（NMCR）の計算値は、対照群で33.13 ± 5.91%、1 mTばく露群で27.78 ± 4.7%、1.5 mTばく露群で22.67 ± 5.43%、2 mTばく露群で18.11 ± 6.33%と、磁界強度の増加に伴い減少し、1.5 mTおよび2 mTばく露群では対照群との有意差が認められた（p < 0.05）。鼻粘膜繊毛輸送率（NMTR）は、対照群で2.17 ± 0.33 mm/min、1 mTばく露群で1.82 ± 0.32 mm/min、1.5 mTばく露群で1.46 ± 0.34 mm/min、2 mTばく露群で1.24 ± 0.29 mm/minで、1.5 mTおよび2 mTばく露群では対照群との有意差が認められた（p < 0.05）。1.5 mTおよび2 mTばく露群では対照群と比較して、浮腫、充血、炎症、繊毛損失、および杯細胞密度に統計的有意差が認められた（p < 0.05）、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
8	成体Wistarラットの自発的な変化、不安、運動協調および運動活動ならびにC6（グリア）細胞の培地での生存率に対する超低周波パルス電磁界ばく露の影響	Effects of ELF-PEMF Exposure on Spontaneous Alternation, Anxiety, Motor Coordination and Locomotor Activity of Adult Wistar Rats and Viability of C6 (Glial) Cells in Culture	Tekam CKS, Majumdar S, Kumari P, Prajapati SK, Sahi AK, Shinde S, Singh R, Samaiya PK, Patnaik R, Krishnamurthy S, Mahto SK	India	Toxicology	2023	485: 153409	10.1016/j.toxic.2022.153409	36572170	この研究は、C6（グリア）細胞の増殖および形態、ならびにWistarラットの自発的な変化、不安、運動協調および運動活動に対する、1-3 mT、50 Hzの超低周波（ELF）パルス電磁界への20分間の2回（間隔4時間）ばく露の影響を、それぞれイン・ビトロおよびイン・ビボ条件で調べた。その結果、ELFパルス電磁界ばく露は有意なレベルの細胞断片化およびグリア細胞の形態変化を生じなかった。また、ばく露群のラットでは対照群と比較して、自発的な変化、不安、運動協調、運動活性への顕著な影響は認められなかった。最も高いばく露量（3 mT）でも、望ましくない副作用は認められなかった。ばく露後の一部の脳切片（海馬および皮質）についての組織学的分析では、皮質の細胞数、組織構造および形態に有意な変化は認められなかった、と著者らは報告している。
9	スロヴェニアの子どもおよび若年者における高圧電力線の近傍での超低周波磁界へのばく露の推定および可能性のあるがんリスク上昇の評価	Estimating exposure to extremely low frequency magnetic fields near high-voltage power lines and assessment of possible increased cancer risk among Slovenian children and adolescents	Zagar T, Valic B, Kotnik T, Korat S, Tomsic S, Zadnik V, Gajsek P	Slovenia	Radiol Oncol	2023	57 (1): 59-69	10.2478/raon-2023-0002	36609540	この研究は、精密な標高データを含む三次元手法を開発し、スロヴェニア全土の高圧電力線の周囲での長期間の平均的な超低周波（ELF）磁界を計算した。同国の子どもおよび若年者の人口集団、ならびに0-19歳の白血病、0-29歳の脳腫瘍、および0-14歳のがん全体についてのデータを、2005-2016年の12年間にわたる同国のがん登録から取得した。その結果、同国で磁束密度が0.1 μ Tよりも高い高圧電力線の近くに住む19歳未満の子どもおよび若年者は僅か0.5%であった。ELF磁界が高い地域に住む子どもおよび若年者と、他の子どもおよび若年者のがんリスクに有意差は認められなかった、と著者らは報告している。
10	リスク認知に対する一般化説明の影響	Effects of generalization descriptions on risk perception	Freudenstein F, Boerner F, Croft RJ, Leung RWS, Loughran SP, Wiedemann PM	Australia	Environ Res	2023	223: 115422	10.1016/j.envres.2023.115422	36738768	この研究は、リスク認知に対する一般化説明の影響を調べた。オンライン実験では、参加者629人を無作為に3群に割り付けた。G1群は、国際がん研究機関（IARC）からのオリジナルの報道発表の抜粋（携帯電話とがんに関して、高周波（RF）電磁界を「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」に分類したもの）を受け取った。G2群は追加的な説明文を、G3群は書き直された文章を受け取った。G2群およびG3群には、あるかもしれないがんリスクは携帯電話のみを指すことを強調した。携帯電話および関連する個人用デバイス、基地局、および高圧電力線に関するリスク認知を、独立変数として文章を読む前と読んだ後に測定した。更に、参加者が携帯電話に関連するRF電磁界ばく露からそれ以外のRFばく露に一般化する度合いを評価し、これが文章を読んだ後のリスク認知の予測因子となるかどうかを判定した。その結果、リスク認知に関しては、3群間で文章を読んだ後に差異は認められなかった。むしろ、3群全てで全ての電磁界発生源に対するリスク認知が高まった。但し、リスク一般化の信念による有意差が認められた。リスク一般化の信念が強い回答者では、リスク一般化の信念が弱い回答者と比較して、全ての電磁界発生源（携帯電話を除く）に対して有意に高いリスク認知が認められた、と著者らは報告している。
11	EASラベルの磁気不活性化装置によって生じる詳細な解剖学的な手のモデル内の非正弦波定位電界強度の評価	Assessing non-sinusoidal in situ electric field strength inside a detailed anatomical hand model caused by a magnetic deactivator device for EAS labels	Schneeweiss P, Hirtl R, Schmid G	Austria	J Radiol Prot	2023	43 (1): 011514	10.1088/1361-6498/acb955	36745918	この研究は、特に音響磁気方式の電子商品監視装置（EAS）用の使い捨てラベルの磁気不活性化装置によるレジ係の手の局所的な磁界ばく露を評価するため、不活性化装置の表面近くでの磁界の包括的な測定、ならびに、不活性化装置に対する異なる姿勢および位置での誘導電界強度Eiの高解像度の解剖学的な手のモデルを用いた数値計算を実施した。欧州指令2013/35/EUに従い、誘導磁界Bの測定結果を四肢のばく露に対するアクションレベル（AL）について評価し、Eiの計算結果を健康影響に対するばく露限度値（ELV）について評価した。ELVに基づく評価では、2*2*2 mm ³ で平均したEiの最大値（maxEi, avg）ならびに99.9、99.5および99.0パーセンタイル値を用いた。不活性化装置から発せられる磁界インパルスは非正弦波であることから、時間領域での加重ピーク法（WPM-TD）に基づいて測定結果を評価した。ELVに関する（非正弦波の）Eiの評価のため、新たに開発したスケーリング技法を提案し、WPM-TDに適用した。これもちいてWPM-TDに基づくばく露指標（EI）を計算した。その結果、四肢に対するALについての評価は97 mT（不活性化装置の上面で3 cm ² のプローブを用いて測定）で、これはEIの443%に相当する。但し、ALは意図的に保守的に定義されていることから、Eiの意味ではこの値は過大評価とみなされた。WPM-TDに基づくEiの評価は最終的に、最悪ケースのシナリオで、maxEi, avg の99.9、99.5、99.0パーセンタイル値を用いた場合、それぞれEIの135%、93%、78%、および72%となった、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
12	活性化誘導デミナーゼの発現、B細胞リンパ腫6ならびにインターロイキン-6およびインターロイキン-21の血清レベルに対する50 Hz磁界の影響	Effect of 50-Hz magnetic fields on the expression of activation-induced deaminase, B-cell lymphoma 6 and serum levels of interleukin-6, interleukin-21	Gholamian-Hamadan M, Behzad M, Molaei S, Zaerieghane Z, Talebi-Ghane E, Zamani A	Iran	Int J Radiat Biol	2023	99 (9): 1456-1462	10.1080/09553002.2023.2177767	36745859	体液性免疫応答の際、活性化誘導デアミナーゼ (AID) およびB細胞リンパ腫-6 (Bcl-6) の遺伝子が発現し、インターロイキン (IL) -6およびIL-21が産生される。これらの因子は、抗体のクラスチェンジ、親和性成熟およびB細胞胚中心の活性化において重要な役割を担っている。このため、この研究は、密度が異なるこれらの因子への50 Hz磁界ばく露の影響を調べた。ラット80匹を4つのばく露群 (1、100、500、2000 μ T : 50 Hz、2時間/日、60日間) および対照群に割り付けた。免疫系の活性化のため、全てのラットをばく露31、44、58日目にヒト血清アルブミンで免疫化した。逆転写定量的ポリメラーゼ連鎖反応 (RT-qPCR) を用いて脾臓でのAIDおよびBcl-6の発現レベルを調べた。免疫化の前後のIL-6およびIL-21の血清レベルを酵素結合免疫吸着法で調べた。その結果、AIDの発現が1 μ Tで有意に低下したが、Bcl-6の発現には影響は認められなかった。血清IL-6は免疫化後の500 μ Tばく露群のみで上昇した、と著者らは報告している。
13	ヒトMDA-MB-231乳がん細胞に対する超低周波磁界の影響：プロテオミクス特性評価	Effects of extremely low-frequency magnetic fields on human MDA-MB-231 breast cancer cells: proteomic characterization	Lazzarini R, Eléxpuru-Zabaleta M, Piva F, Giuliatti M, Fulgenzi G, Tartaglione MF, Zingaretti L, Tagliabracci A, Valentino M, Santarelli L, Bracci M	Italy	Ecotoxicol Environ Saf	2023	253: 114650	10.1016/j.ecoenv.2023.114650	36805133	超低周波 (ELF) 磁界は、乳がん細胞を含む一部の細胞タイプに対して細胞生存率および調節プロセスを改変し得る。乳がんは多因子性疾患であるが、ELF磁界の役割は排除できない。ELF磁界は、分子メカニズムおよびシグナル伝達経路を通じて乳がん細胞の生物学的特性に影響力を及ぼすかもしれないが、これは依然として不明である。この研究は、細胞生存率、分子形態、酸化ストレス反応およびタンパク質プロファイルの変化を、ELF磁界 (50 Hz、1 mT、4時間) にばく露した乳がん細胞 (MDA-MB-231) で調べた。非腫瘍形成性ヒト乳房細胞 (MCF-10A) を対照細胞に用いた。その結果、ばく露したMDA-MB-231乳がん細胞では、非ばく露細胞と比較して、生存率および生細胞数が上昇し、より高い密度および長さの糸状仮足が見られた。また、ELF磁界はミトコンドリアの活性酸素種レベルの上昇、およびミトコンドリアの形態の変化を生じた。プロテオミクスデータ分析では、ELF磁界がMDA-MB-231細胞で328個のタンパク質、MCF-10A細胞で242個のタンパク質の発現を変化させることが示された。遺伝子オンロジーエンリッチメント分析では、どちらの細胞株でもELF磁界ばく露が「焦点接着」および「ミトコンドリア」が豊富な遺伝子を上方制御させることが示された。ELF磁界ばく露はMDA-MB-231細胞の接着特性を低下させ、遊走および浸潤細胞の能力を上昇させた。同時に、リアルタイムPCRで確認したプロテオミクス分析では、細胞の再プログラミングに関連する転写因子がELF磁界ばく露後、MDA-MB-231細胞では上方制御され、MCF-10A細胞では下方制御されることが示された、と著者らは報告している。
14	超低周波電磁界 (ELF-EMF) は子宮筋層におけるエピジェネティックな調節に変化を生じる - イン・ビトロ研究	Extremely low-frequency electromagnetic field (ELF-EMF) induces alterations in epigenetic regulation in the myometrium - An in vitro study	Franczak A, Drzewiecka EM, Kozłowska W, Zmijewska A, Wydorski PJ	Poland	Theriogenology	2023	200: 136-146	10.1016/j.theriogenology.2023.02.005	36806924	この研究の著者らは先行研究で、超低周波 (ELF) 磁界はブタ子宮筋層に分子変化を生じることを報告し、ELF磁界が子宮筋層に遺伝子発現のエピジェネティックな調節を生じ得るという仮説を提唱している。この研究は、着床前後の期間のブタ子宮筋層のスライス (n = 4) を用いて、ELF磁界へのイン・ビトロばく露 (50 Hz、8 mT、2時間) が、1) DNA (シトシン-5) -メチルトランスフェラーゼ1 (DNMT1) およびDNA (シトシン-5) -メチルトランスフェラーゼ3a (DNMT3a) の発現、2) ゲノムDNAメチル化の振幅のレベル、3) 選択した遺伝子のプロモーター領域のメチル化および非メチル化バリエーションのレベル、に影響を及ぼすかどうかを調べた。その結果、ELF磁界処理はDNMT1の増加、DNMT3aのmRNA転写およびタンパク質量の減少、ゲノムDNAメチル化のレベル上昇を生じた。発現が変化した遺伝子、即ちプロダイノルフィン (PDYN) 、インターロイキン15 (IL15) シグナルトランスデューサーおよび転写活性化因子5A (STAT5A) 、腫瘍壊死因子 (TNF) のプロモーター領域のメチル化および非メチル化バリエーションの振幅のレベル、ならびに下方制御された遺伝子間における変化の方向は、初期成長反応2 (EGR2) 、ヒアルロン酸およびプロテオグリカンリンクタンパク質1、ウテロフェリン関連塩基性タンパク質-2 (UABP2) で、主にその転写活性の変化の方向に関与していた。ELF磁界はエピジェネティックなメカニズムを乱し、これがELF磁界に関連するメチル化における転写の変化の根底にあるかもしれない、と著者らは結論付けている。
15	超低周波磁界はヒトの精子パラメータおよび男性の妊孕性に影響し得るか？	Can extremely low frequency magnetic field affect human sperm parameters and male fertility?	Muti ND, Salvio G, Ciarloni A, Perrone M, Tossetta G, Lazzarini R, Bracci M, Balercia G	Italy	Tissue Cell	2023	82: 102045	10.1016/j.tice.2023.102045	36870312	この研究は、超低周波 (ELF) 磁界 (50 Hz、1 mT) への2時間のばく露が、精子のパラメータに及ぼす影響を調べた。その結果、ELF磁界ばく露による、ヒト精子の前進運動性、形態および活性酸素種 (ROS) 産生への統計的に有意な変化が認められ、精子の生殖機能の変化においてELF磁界が役割を果たしていることが示唆される、と著者らは結論付けている。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
16	細胞の生存率、遺伝的損傷、および変異原誘発性損傷への感受性に対する50 Hz磁界への長期ばく露の影響	Effects of long-term exposure to 50 Hz magnetic fields on cell viability, genetic damage, and sensitivity to mutagen-induced damage	Nguyen H, Segers S, Ledent M, Anthonissen R, Verschaeve L, Hinsenkamp M, Collard JF, Feipel V, Mertens B	Belgium	Heliyon	2023	9 (3): e14097	10.1016/j.heliyon.2023.e14097	36923833	この研究は、超低周波（ELF）磁界への長期間のイン・ビトロばく露の影響をヒト B リンパ芽球様（TK6）細胞株で調べた。細胞を50 Hz磁界（10、100、500 μ T）に96時間から最長6週間ばく露し、アデノシン三リン酸（ATP）ベースの細胞生存率アッセイで生存率を調べた。細胞の遺伝子損傷、変異原誘発性損傷に対する細胞の感受性を、イン・ビトロのアルカリコメットアッセイおよび細胞質分裂ブロック小核アッセイで調べた。その結果、50 Hz磁界への最長96時間のばく露はいずれの磁束密度でも、TK6の細胞生存率を有意に高めた。対照的に、長期ばく露は細胞の遺伝子損傷には影響せず、長期間の事前ばく露は既知の変異原による損傷に対する細胞の感受性を変化させなかった。ばく露群と対照群との間に、特定の時点での遺伝毒性試験の結果に有意差が認められたが、この観察は反復実験では確認できず、おそらく生物学的に有意ではない、と著者らは結論付けている。
17	雌ラットにおける不安様行動に対する出生前のストレスおよび超低周波電磁界の影響：前頭前皮質および海馬に重点を置いて	Effect of prenatal stress and extremely low-frequency electromagnetic fields on anxiety-like behavior in female rats: With an emphasis on prefrontal cortex and hippocampus	Hosseini E, Kianifard D	Iran	Brain Behav	2023	13 (4): e2949	10.1002/brb3.2949	36942730	出生前ストレス（PS）は社会不安などの心理的影響を生じる問題のある状況である。この研究は、不安様行動におけるPSと超低周波（ELF）電磁界との相互作用を調べた。40日齢の雌ラット24匹を、対照群、ストレス群（母ラットをストレスにばく露）、電磁界群（母ラットをELF電磁界にばく露）および電磁界／ストレス群（母ラットをストレスと電磁界の両方にばく露）に割り付けた。高架十字迷路試験およびオープンフィールド試験を用いて分析した。海馬のアンモン角1（CA1）および歯状回（DG）ならびに前頭前皮質（PFC）における成長関連タンパク質（GAP）-43、脳由来神経栄養因子（BDNF）、およびカスパーゼ-3（cas-3）の発現を、免疫組織化学で検出した。全ての処理群で不安様行動が増加した。電磁界／ストレス群では、より深刻な不安様行動が認められた。全ての処理群で、PFC、DGおよびCA1でのcas-3の発現の上方制御、ならびに、PFC、DGおよびCA1でのBDNFおよびGAP-43の発現の下方制御が認められた。組織形態学的研究では、海馬およびPFCにおける広範な神経変性変化が認められた。出生前ストレスおよび／または電磁界にばく露した雌ラットは重度の不安様行動を呈し、この過程は海馬のPFCおよびDGにおける神経変性に起因し、シナプス可塑性の低下に起因する可能性がある、と著者らは結論付けている。
18	免疫組織化学的方法による脳組織への50 Hz電界の影響の評価、ならびに生化学的、生理学的およびコメットアッセイによる血液組織への影響の評価	Evaluation of the Effects of a 50 Hz Electric Field on Brain Tissue by Immunohistochemical Method, and on Blood Tissue by Biochemical, Physiological and Comet Method	Şenol N, Kaya E, Coşkun O, Aslankoç R, Çömlekçi S	Turkiye	Appl Sci	2023	13 (5): 3276	10.3390/app13053276	—	この研究は、雄のWistarアルビノラットの脳組織に対する50 Hz電界の影響、ならびにジュグロン（5-ヒドロキシ-1,4-ナフトキノン）の抗酸化活性の効果を免疫組織化学的手法で調べた。また、血液組織への影響を、生化学的、生理学的およびコメット法で調べた。動物を無作為に 3群（対照群、電界ばく露群、電界ばく露＋ジュグロン300 ppm／日投与群、各8匹）に割り付けた（ジュグロンは30日間にわたって強制経口投与）。実験後に動物を安楽死させ、脳組織を通常の組織学的および免疫組織化学のプロセスで調べた。その結果、50 Hz電界ばく露群の脳組織には重度の組織病理学的変化が認められた。群間の差異は、合計コメットスコアで統計的に有意であった（p = 0.001）。血液の抗酸化パラメータについては、電界ばく露群のスーパーオキシドジスムターゼ（SOD）活性が他の群よりも有意に高かったが、マロンジアルデヒド（MDA）およびカタラーゼ（CAT）の活性レベルには有意差は認められなかった、と著者らは報告している。
19	架空交流電力線と雨は浮遊粒子に対する電荷分布を変化させ得る－エアロゾルの分散と肺への沈着に対する意味合い	Overhead AC powerlines and rain can alter the electric charge distribution on airborne particles – Implications for aerosol dispersion and lung deposition	Wright MD, Buckley AJ, Matthews JC, Shallcross DE, Henshaw DL	UK	Environ Res	2023	228: 115834	10.1016/j.envres.2023.115834	37037314	高圧電力線（HVPL）からのコロナイオン〔電力線の高電圧により気体分子が電離して発生する正および負イオン〕は、浮遊汚染微粒子の静電荷を増加させ、吸入時に微粒子のばく露量を増加させる可能性がある。この研究は、交流（AC）HVPLの近傍での居住に関連した小児白血病のリスク上昇の可能性を調査するため、HVPLの風上、風下、およびHVPLから離れた場所での粒子の電荷状態および大気電気パラメータを測定した。その結果、バックグラウンドレベルからの顕著な電荷状態の変化が観察されたが、ほとんどのHVPLは電荷量を大幅に増加させなかった。特定の種類のHVPLの影響が最も大きく、正味電荷がバックグラウンドの15倍に増加することが示された。但し、降雨時の電荷変化の大きさは、最も極端なHVPL測定に匹敵した。現在の成人の肺モデルに基づく証拠から、大気粒子の動力学を変える可能性のあるレベルまで電荷が増強されることはあるものの、肺への沈着が増加する可能性は低いと考えられる、と著者らは結論付けている。
20	ヒト造血幹細胞／前駆細胞からのB細胞の分化に対する電力周波数磁界ばく露の影響の評価	Evaluation of the Effects of Power-Frequency Magnetic Field Exposure on B-Cell Differentiation From Human Hematopoietic Stem/Progenitor Cells	Takahashi M, Furuya N	Japan	Bioelectromagnetics	2023	44 (5-6): 119-128	10.1002/bem.22447	37070790	電力周波数磁界へのばく露と小児白血病との因果関係については、長い間議論されてきた。最も一般的なタイプの小児白血病は、初期分化過程におけるB細胞の異常増殖によって引き起こされる急性Bリンパ芽球性白血病である。この研究は、B細胞の初期分化に焦点を当て、電力周波数磁界ばく露の細胞への影響を評価した。ヒト造血幹細胞／前駆細胞（HSPC）のB細胞系統へのイン・ビトロ分化プロトコルを最適化した。追加の刺激に対するプロトコルの応答性と実験条件の均一性を検証した後、分化プロセスの35日間、ヒトHSPCを300 mTの50 Hz磁界に連続ばく露した。実験は盲検法で実施した。その結果、ばく露群における骨髓系またはリンパ系細胞の割合およびB細胞から未熟B細胞への分化の程度は、対照群と比較して有意な変化を示さなかった。更に、B細胞における組換え活性化遺伝子（RAG）1およびRAG2の発現レベルも対照群と同様であった。これらの結果は、300 mTでの50 Hz磁界ばく露がHSPCからのヒトB細胞の初期分化に影響を及ぼさないことを示している、と著者らは結論付けている。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
21	超低周波電磁界（ELF-EMF）は精母細胞の数および運動性を低減させ、精巣組織を変化させ得る	Extremely Low Frequency-Electromagnetic Fields (ELF-EMF) Can Decrease Spermatocyte Count and Motility and Change Testicular Tissue	Karbalay-Doust S, Darabyan M, Sisakht M, Haddadi G, Sotoudeh N, Haghani M, Mortazavi SMJ	Iran	J Biomed Phys Eng	2023	13 (2): 135-146	10.31661/jbpe.v0i0.2011-1234	37082547	この研究は、雄ラットの精子の質および量、ならびに精巣の構造に対する、超低周波（ELF）磁界への長期ばく露の影響を調べた。雄のSprague-Dawleyラット60匹を無作為に6群に割り付けた〔訳注：原文に忠実に翻訳しているが、後述のように群の数は8である〕。ELF磁界（50 Hz、100 μ T）に1時間／日で52日間（グループ1）、4時間／日で52日間（グループ3）、1時間／日で5日間（グループ5）、4時間／日で5時間（グループ7）のいずれかにばく露した。グループ2、4、6、8は、それぞれグループ1、3、5、7と同じ期間で擬似ばく露した。その結果、ばく露群（1時間／日で52日間、4時間／日で52日間、4時間／日で5日間）では擬似ばく露群と比較して、精子の数と運動性の両方が有意に減少した（ $p < 0.05$ ）。ばく露群（4時間／日で5日間）では対照群と比較して、血清テストステロンレベルが有意に減少した（ $p < 0.05$ ）。ばく露群（4時間／日で5日間）では、精細管、精細管上皮、間質組織の体積に有意な減少が認められた。ばく露群（4時間／日で5日間）では尿細管の長さも18%減少した。これらの結果は、ELF磁界が精母細胞の数と運動性を低下させ、精巣組織の構造変化を誘導し得ることを示している、と著者らは結論付けている。
22	ショウジョウバエにおける睡眠の質、寿命、および運動機能の磁界依存改善に対するクリプトクロムの役割	A role of cryptochrome for magnetic field-dependent improvement of sleep quality, lifespan, and motor function in Drosophila	Kawasaki H, Okano H, Ishiwatari H, Kishi T, Ishida N	Japan	Genes Cells	2023	28 (7): 496-502	10.1111/gtc.13030	37096945	動物の磁気受容の分子遺伝的基礎を理解することは、分子生物学における大きな課題の一つである。最近、キイロショウジョウバエの磁気感覚には、紫外線（UV）-A／青色光の受容体であるクリプトクロム（Cry）が媒介していることが発見された。この研究は、磁気受容のモデル生物としてショウジョウバエを用いて、磁界ばく露（0.4-0.6 mT）により飢餓下での寿命が延長されたが、クリプトクロム変異体（cryb）では延長されることが示された。磁界にばく露されると、野生型および神経変性疾患モデルのハエの運動機能が増加した。更に、磁界ばく露は夜間特有の方法で睡眠の質を改善したが、crybでは改善しなかった。また、交流磁界への反復ばく露は、野生型の登攀活動を増加させたが、crybでは増加させないことも示された。これらのデータは、寿命、睡眠の質、運動機能の磁界依存性の改善が、Cry依存性経路を介していることを示唆している、と著者らは結論付けている。
23	50 Hz磁界ばく露はROS介在性syn2a発現を通じてゼブラフィッシュ稚魚の自発的運動を阻害する	50 Hz Magnetic Field Exposure Inhibited Spontaneous Movement of Zebrafish Larvae through ROS-Mediated syn2a Expression	Guo Y, Fu Y, Sun W	China	Int J Mol Sci	2023	24 (8): 7576	10.3390/ijms24087576	37108734	この研究は、受精3時間後（hpf）のゼブラフィッシュ胚（シナプシンIIa（syn2a）遺伝子を導入したものを含む）を、1時間／日、1日または5日間、一連の強度（それぞれ100、200、400、800 μ T）の50 Hz磁界にばく露した。その結果は、磁界ばく露は孵化率、死亡率、奇形率などの基本的な発育パラメータには影響しなかったが、200 μ T磁界はゼブラフィッシュの幼生において自発運動の低活性を有意に誘発することが示された。組織学的検査では、核および細胞質の凝縮、細胞間空隙の増加など、脳の形態学的な異常が観察された。更に、200 μ T磁界ばく露は、syn2aの転写と発現を抑制し、活性酸素種（ROS）のレベルを上昇させた。syn2aの過剰発現は、ゼブラフィッシュの磁界誘発性の自発運動の低活性を有効に改善することが示された。N-アセチル-L-システインでの前処理は、磁界の影響で弱まったsyn2aタンパク質発現を回復するだけでなく、磁界誘発性の自発運動の低活性を無効にした。但し、syn2aの過剰発現は、磁界によって増加したROSには影響しなかった。これらの結果から、50 Hz磁界ばく露がROS介在性のsyn2a発現を非線形的に阻害し、ゼブラフィッシュの幼生の自発運動を抑制することが示唆される、と著者らは結論付けている。
24	フランスにおける疫学研究のための電力周波数磁界への居住環境ばく露の計算値ならびに測定値との比較	Calculated residential exposure to power frequency magnetic fields for an epidemiological study in France and comparison to measurements	Deschamps F, Deambrogio V	France	J Radiol Prot	2023	43 (2): 021507	10.1088/1361-6498/acd0b9	37105165	フランスでは、さまざまな環境要因と小児がんとの関連についてのGEOCAP疫学研究が現在行われている。研究対象の作用因子の一つは、超低周波（ELF）磁界へのばく露に関連する高圧架空送電線（63-400 kV）への近接度である。この研究には、フランス本土全域を対象とし、2002-2010年に募集された白血病症例4174人、および対照45000人が含まれる。そこでのばく露がバックグラウンドの参照レベルである0.1 μ Tを超える可能性がある、送電線までの距離が十分に近い被験者1124人について、居住環境ばく露を計算した。居住環境ばく露は、被験者の居住地に近い、影響を及ぼすスパン全てをモデル化することで計算した。最終的に、1124人のうち371人の被験者のばく露計算値が0.1 μ Tを超え、123人（研究対象の人口の0.25%）が0.4 μ Tを超えていた。ばく露計算値が0.1 μ Tを超えるこれら371人を、送電線が通る居住地域で実施されたELF磁界測定 of 既存のデータベースに照合し、206人についての測定データが見つかり、そのうち156人のデータを比較できた。計算条件に合わせて測定値を外挿したところ、124人（80%）の被験者については、計算値と調整した測定値との差が30%未満で、過少評価または過大評価の明確な傾向は認められなかった、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
25	石油化学産業の高圧変電所で働く職員の血液パラメータおよび肝臓の酵素に対する超低周波電磁界 (ELF-EMF) の影響の測定および評価	Measuring and assessing the effects of extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on blood parameters and liver enzymes of personnel working in high voltage power stations in a petrochemical industry	Moslemi S, Ghotbi Ravandi MR, Zare S, Tohidi Nik H	Iran	Heliyon	2023	9 (4): e15414	10.1016/j.heliyon.2023.e15414	37151699	この研究は、石油化学産業の高圧変電所の労働者の血液パラメータおよび肝酵素に対する、超低周波 (ELF) 電磁界の影響を、2021年にイラン南部の石油化学産業で調べた。ELF電磁界へのばく露リスクと作業時間に基づいて職種を分類するため、50人の2つのグループを選んだ。一方はELFばく露群、他方は対照群とした。労働者の人口統計データ、血液パラメータ、および肝酵素は、労働者の医療記録から取得し、その変化の経過を検討した。最終段階では、電界および磁界が両群の血液パラメータおよび肝酵素に与える影響を、多重回帰モデルを用いて分析した。その結果、全ての測定点200か所で、磁界の最小値および最大値はそれぞれ0.8および2019 mG (0.08および201.9 μ T)、電界の最小値および最大値はそれぞれ0.003および215 V/mであった。2018-2020年までの人口統計変数、血液および肝指標の平均から、両群に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。また、労働者のELF電磁界ばく露は許容限界を下回っていた。これらの結果から、ELF電磁界は人口統計変数、血液パラメータ、および肝酵素に対して有意な影響を与えることはない、と著者らは結論付けている。
26	4℃で冷蔵保存中のソウギョ (Ctenopharyngodon idellus) の筋原線維タンパク質に対する50 Hzの超低周波電磁界の影響	Effects of extremely low frequency electromagnetic field at 50 Hz on myofibrillar protein from grass carp (Ctenopharyngodon idellus) during chilled storage at 4° C	Mahato S, Zhu Z, Sun DW	China	Lebensm Wiss Technol	2023	174: 114397	10.1016/j.lwt.2022.114397	—	この研究は、40-70 Hzの超低周波 (ELF) ELF電磁界が、4℃で4時間および6時間冷蔵保存したソウギョ (Ctenopharyngodon idellus) に対する生物学的影響の可能性を調べた。ソウギョから抽出した筋原線維タンパク質を分析した結果、50および60 Hzばく露により、Ca2+ATPase活性およびpHが有意に上昇し、全チオール含量が低下することが示された ($p < 0.05$)。特に、50 Hzばく露がより顕著な影響を示し、より高い相関関係が認められた。50 Hzは冷蔵保存中に筋原線維タンパク質の品質を向上させる「窓」効果と関連している可能性がある、と著者らは結論付けている。
27	電磁界はミツバチによる受粉をかく乱させる	Electromagnetic fields disrupt the pollination service by honeybees	Molina-Montenegro MA, Acuña-Rodríguez IS, Ballesteros GI, Baldelomar M, Torres-Díaz C, Broitman BR, Vázquez DP	Chile	Sci Adv	2023	9 (19): eadh1455	10.1126/sciadv.adh1455	37172085	この研究は、電磁界 がミツバチの受粉効率に及ぼす影響を、野外実験と実験室実験で評価した。まず、電磁界によって生じるストレスと行動学的反応に関与する代謝経路における、遺伝子とタンパク質の発現レベルを測定した。次に、ミツバチの行動とミツバチが受粉したカリフォルニアポピーの種子生産に対する電磁界の影響を評価した。最後に、受粉失敗が植物群落の豊かさと豊かさに及ぼす影響を測定した。その結果、電磁界ばく露は、熱ショックタンパク質や抗酸化活性に関与する遺伝子の発現亢進によって示されるように、ミツバチに強い生理学的ストレスを与え、行動関連遺伝子の発現レベルに影響を及ぼすことが示された。更に、電磁界の近くで生育するカリフォルニアポピーの個体は、電磁界から遠くで生育する植物よりもミツバチの訪問が少なく、種子の数も少なかった。更に、電磁界と植物種の豊富さおよび植物の豊かさの間にこぶ状の関係があることが認められた。この研究は、電磁界がミツバチの受粉行動および植物群落に悪影響を及ぼす証拠を示している、と著者らは結論付けている。
28	高圧電力線からの磁界への居住環境ばく露と小児白血病のリスク	Residential exposure to magnetic fields from high-voltage power lines and risk of childhood leukemia	Malagoli C, Malavolti M, Wise LA, Balboni E, Fabbi S, Teggi S, Palazzi G, Cellini M, Poli M, Zanichelli P, Notari B, Cherubini A, Vinceti M, Filippini T	Italy	Environ Res	2023	232: 116320	10.1016/j.envres.2023.116320	37271435	高圧電力線の近くに住み、磁界にばく露された子どもにおける白血病のリスク上昇の可能性が数多くの研究で示唆されているが、全ての研究が一致した結果を出しているわけではなく、多くの研究が交絡やばく露の誤分類の影響を受けていた可能性がある。この症例対照研究は、高圧電力線からの磁界ばく露と白血病のリスクとの関連を調べた。イタリアのモデナおよびレッジョ・エミリア両県に居住する0～15歳の子どもで、1998～2019年に診断された182人の小児白血病症例、および年齢、性別、県でマッチングした726人の対照を調査に含めた。被験者の住居から最も近い電力線までの距離と、居住地における磁界強度のモデリングでばく露を評価した。最寄りのガソリンスタンドおよび燃料供給地までの距離、道路交通由来の微粒子およびベンゼン濃度、屋内変圧器の存在、都市部の割合および耕作地の割合などの交絡因子を補正した条件付きロジスティック回帰モデルを用いて、オッズ比 (OR) および95%信頼区間 (CI) を推定した。その結果、多変量解析では、高圧電力線から100 m未満の距離に住む子どもと、400 m以上離れた場所に住む子どもを比較した場合、OR = 2.0 (95%CI = 0.8-5.0) であった。年齢、疾患サブタイプ、モデリングされた磁界強度に基づくばく露についての比較、結果に大きな差は見られなかったが、推定値は不正確であった。スプライン回帰分析では、電力線から100 m未満の距離に住む子どもに、白血病全体および急性リンパ芽性白血病のリスク上昇と、このカットポイント (<100 m) 未満での単調な逆の関連が示された。このイタリアの人口集団では、高圧電力線への近接度は、小児白血病 (特に幼児) の過剰リスクと関連している、と著者らは結論付けている。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
29	三相地中電力ケーブルによって生成される低周波磁界の数値的および解析的分析	Numerical and Analytical Analysis of the Low-Frequency Magnetic Fields Generated by Three-Phase Underground Power Cables with Solid Bonding	Lunca E, Vornicu S, Sălceanu A	Romania	Appl Sci	2023	13 (10): 6328	10.3390/app13106328	—	この論文の著者らは、固体結合を有する三相地下電力ケーブルによって生成される磁界を計算するための正確な2D有限要素モデルを提案している。このモデルは、ANSYS Maxwell 2D低周波電磁界シミュレーションソフトウェアで開発され、典型的な12/20 kV（中圧）三相地下電力ケーブルのトレフォイル形状とフラット形状の両方に対応しているが、任意のケーブルシステムにも適応できる。モデルの妥当性検証を、ビオ・サバールの法則と重ね合わせ原理に基づいたソフトウェアツールによる解析計算によって行った。その結果、地上の様々な高さで計算した磁束密度の二乗平均値プロファイルは、これらの2つの方法で非常に良い相関関係を示した。これは誘導シールド電流についても同様であった。また、複数の三相電力ケーブルと一緒に敷設する場合に有限要素モデルを適用することも考慮した、と著者らは報告している。
30	架空電力線の周囲の磁界の空間的および時間的分布の推定-事例研究	Estimation of the Spatial and Temporal Distribution of Magnetic Fields around Overhead Power Lines-A Case Study	Pavel I, Petrescu C, David V, Lunca E	Romania	Mathematics	2023	11 (10): 2292	10.3390/math11102292	—	この論文の著者らは、架空電力線によって生じる磁束密度Bの時間的および空間的分布の推定のための、実験的測定および数値・解析シミュレーションに基づくハイブリッド手法を提案している。この手法では、長期調査と相関する少数の同時スポット測定を用いて、複数の時間インスタンスについて広い範囲での磁束密度分布地図を確立した。この手法を、異なる計測値の2つのセットとシミュレーションを用いて検証した。その結果、推定されたBの値とシミュレーション結果の差は5.5%未満で、長期調査地点でのBの値が広範囲（724 nT～1375 nT）に及ぶことを考慮すると、これは許容範囲とみなされた。著者らは、この手法の可能性と限界についても考察している。
31	肝臓の酵素に対する長期的な騒音、超低周波電磁界、および交代制勤務へのばく露の独立作用、改変作用、および相互作用	Independent, modified, and interacting effects of long-term noise, extremely low-frequency electromagnetic fields, and shift work exposures on liver enzymes	Khosravipour M, Ghanbari Kakavandi M, Gharagozlou F, Nadri F, Barzegar A, Emami K, Valadi Athar H	Iran	Environ Pollut	2023	333: 122036	10.1016/j.envpol.2023.122036	37321317	この研究は、騒音、超低周波（ELF）電磁界、交代制勤務へのばく露による肝臓酵素への長期的な影響を、火力発電所の男性労働者を対象に調べた。各参加者について、等価音圧レベル（Leq）およびELF電磁界レベルの8時間の時間加重平均を測定した。交代制勤務は役職に応じて、夜勤3交代勤務と日勤固定勤務を含めて決定した。空腹時の血液サンプルを採取して肝臓酵素（アスパラギン酸トランスアミナーゼ：AST、アラニントランスアミナーゼ：ALT）を測定し、ASTおよびALTの変化率および95%信頼区間（CI）を線形回帰モデルで推定した。その結果、騒音10 dB増加ごと、およびELF磁界1 mG [0.4 μ T] 増加ごとに、ASTおよびALTのレベルの有意に高い変化率（95% CI）が認められた。3交代制勤務の労働者では固定勤務の労働者と比較して、ASTの未調整モデル、ALTの完全調整モデルおよび主調整 + ELF ばく露モデルで有意な変化率が認められた。ASTとALTの両方について、騒音、ELF磁界、交代制勤務との有意な負の相互作用が認められた。これらの結果は、長期にわたる騒音、ELF磁界、および三交代夜勤へのばく露が肝臓酵素レベルの変化と大きく関連している可能性があることを示している、と著者らは結論付けている。
32	高圧または超高压電力線からの磁界にばく露されるフランスの一般集団および5歳未満の子どもの地理情報システムと外挿磁界データを用いた推定	Estimation of the general population and children under five years of age in France exposed to magnetic field from high or very high voltage power line using geographic information system and extrapolated field data	Deshayes-Pinçon F, Morlais F, Roth-Delgado O, Merckel O, Lacour B, Launoy G, Launay L, Dejardin O	France	Environ Res	2023	232: 116425	10.1016/j.envres.2023.116425	37327843	この研究は、フランスの一般集団および5歳未満の子どものうち、高圧または超高压線（ ≥ 63 kV）の近傍に住んでいる人々の数を推定した。線路電圧、線路から住居までの距離、および線路が架空か地下かに応じて、各種のばく露シナリオを考慮した。ばく露シナリオは、フランスの送電網運営会社 Réseau de Transport d'électricité が公開している測定データベースから作成したマルチレベル線形モデルを用いて取得した。その結果、ばく露シナリオにより、フランス人口の 0.11%（n = 67,893）および1.01%（n = 647,569）、5歳未満の子どもの 0.10%（n = 4712）および1.03%（n = 46,950）が、それぞれ $>0.4 \mu$ T および $>0.1 \mu$ T の磁界にばく露される可能性のある地域に住んでいると推定された、と著者らは報告している。
33	電磁過敏症患者における片頭痛疾患の有病率	Prevalence of Migraine Disease in Electrohypersensitive Patients	Greco F, Garnier O, Macioce V, Picot MC	Canada	J Clin Med	2023	12 (12): 4092	10.3390/jcm12124092	37373785	電磁過敏症（EHS）患者の大多数は、波源との接触により頭痛を呈する。臨床的特徴は、これらの患者の頭痛が片頭痛疾患の変形であり、片頭痛として治療できる可能性があることを示唆してる。この研究は、検証済みのアンケートを用いて、EHS患者における片頭痛疾患の有病率を評価した。世界保健機関（WHO）の基準に従って定義されたEHS患者に、EHS患者支援団体を通じて接触し、片頭痛疾患をスクリーニングするため、臨床データおよびフランス語版の片頭痛質問票を含む自記式質問票に回答を求めた。患者の特徴、症状（リウマチ、消化器、認知、呼吸器、心臓、気分、皮膚、頭痛、知覚、生殖器、耳鳴り、倦怠感）、日常生活への影響を片頭痛患者と非片頭痛患者で比較した。その結果、EHS患者合計293人を調査に含めた（97%は女性、平均年齢57 $\pm$ 12歳）。片頭痛の有病率は、質問票から65%（N = 191、95%信頼区間（CI）= 60–71%）と診断された。片頭痛の診断には、症例の50%で吐き気／嘔吐、69%で羞明、38%で視覚障害が伴っていた。評価した12の症状は全て、片頭痛患者では非片頭痛患者よりも強度が高かった。この症状により、片頭痛患者の88%、非片頭痛患者の75%で社会生活が妨げられていた（p < 0.01）、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
34	超低周波電磁界ばく露はブタの子宮内膜におけるDNAメチル化レベルを着床前期に変化させる	Extremely low-frequency electromagnetic field exposure alters DNA methylation levels in the endometrium of pigs during the peri-implantation period	Wydorski PJ, Kozłowska W, Drzewiecka EM, Zmijewska A, Franczak A	Poland	Reprod Fertil Dev	2023	35 (12): 601-613	10.1071/RD22266	37400364	この研究は、短期間の超低周波（ELF）電磁界処理が子宮内膜の遺伝子のDNAメチル化レベルを変化させるかどうかを調べた。ブタの子宮内膜切片（100±5 mg）を着床前期（妊娠15-16日目）に収集し、イン・ビトロで 50 HzのELF電磁界に2時間ばく露した。EGR2、HSD17B2、ID2、IL1RAP、MRAP2、NOS3、PTGER4、SERPINE1、VDR、およびZFP57のプロモーター領域におけるDNAメチル化のレベルを、qMS-PCRを用いて調べた。その結果、ELFばく露群の子宮内膜では、HSD17B2、MRAP2、SERPINE1、VDRおよびZFP57のメチル化レベルは変化しなかったが、EGR2、ID2、PTGER4のメチル化レベルが増加し、IL1RAPとNOS3のメチル化レベルが減少した。ELF電磁界によって誘発されるDNAメチル化の変化は、子宮内膜のトランスクリプトームプロファイルに影響を与え、着床と胚の発育に伴う生理学的プロセスを妨害する可能性がある、と著者らは結論付けている。
35	高圧送電鉄塔と共配置された携帯電話基地局の電磁放射の解析	Analysis of Electromagnetic Radiation of Mobile Base Stations Co-located with High-Voltage Transmission Towers	Yang Z, Dang D, Cheng X, Mo J, Zhou X, Fang Y, Peng Y	China	Symmetry	2023	15 (6): 1252	10.3390/sym15061252	—	この論文の著者らは、高圧送電鉄塔と同じ場所に設置された携帯電話基地局の電磁放射を解析した。さまざまなシナリオで測定を実施し、垂直方向と水平方向の両方の電磁界強度を詳細に分析した。次に、レイトレーシングシミュレーション法を用いて、第5世代移動通信（5G）基地局と共存する高圧送電鉄塔の電磁界分布特性を取得した。最後に、同じ場所に配置された基地局シナリオにおけるヒトのばく露を比吸収率（SAR）で評価し、物理エリアベースの人体ばく露評価方法を提案している。
36	ミツバチの選択された生化学マーカーに対するばく露量の形での周波数50 Hzの電磁界の影響力	Influence of Electromagnetic Field with Frequency of 50 Hz in form of Doses on Selected Biochemical Markers of Honey Bee	Plotnik M, Bieńkowski P, Berbec E, Murawska A, Latarowski K, Migdał P	Poland	J Apic Sci	2023	67 (1): 27-36	10.2478/jas-2023-0003	—	この研究は、ミツバチの体内で機能する抗酸化酵素に対する、周波数50 Hz、電界強度1-10 kV/mの電界ばく露の影響を、1日齢および7日齢の幼虫を用いて実験室条件下で調べた。暴露終了直後に、生化学分析のためにミツバチから血リンパを採取した。その結果、電界下での経過時間または電界強度は、生化学マーカーの活性に明確な変化を示さなかったが、1日齢および7日齢の幼虫では生理機能に差が認められた、と著者らは報告している。
37	潮間帯および亜潮間帯の主な捕食者であるビロードガニ Necora puber の行動に対する人為的磁界の影響	Effects of anthropogenic magnetic fields on the behavior of a major predator of the intertidal and subtidal zones, the velvet crab Necora puber	Albert L, Olivier F, Jolivet A, Chauvaud L, Chauvaud S	France	Mar Environ Res	2023	190: 106106	10.1016/j.marenvres.2023.106106	37527619	この研究は、ビロードガニ（Necora puber）の行動に対する、交流および直流磁界（72～304 μ T）への潜在的な短期ばく露（30分）の影響を調べた。動画の分析から、カニが動かない、移動する、摂食する、または隠れるのに費やす時間、ならびに磁界勾配中で到達した合計および最大距離を抽出した。その結果、人工的な磁界にばく露したカニでは、自然の磁界にばく露したカニと比較して、有意な行動学的変化は認められなかった、と著者らは報告している。
38	AC誘導導電性スーツ-通電部分の近傍で保線作業者を保護する新しい方法	AC Induction Conductive Suit-A New Way of Protecting Linemen in the Vicinity of Energized Parts	Ramirez-Bettoni E, Nemeth B	USA	IEEE Trans Ind Appl	2023	59 (4): 5169-5177	10.1109/TIA.2023.3272305	—	導電性スーツは、送電線での通電作業用に業界で広く用いられている。この論文は、通電されていない線での誘導保護のための特別な導電性スーツの使用について説明している。通電中の導体の近くでの非通電作業中は、誘導結合および容量結合により危険な電圧や電流が発生する可能性がある。幾つかの事故では、電源を切った状態での作業は危険レベルが高いことを示しています。主な理由は、通電されていない部品は接地されるべきであるが、作業員が誘導電圧や誘導電流の発生源を評価して保護するための適切な知識と安全装置を持っていないことが多いためである。米国の電力会社は、ブダペスト工科経済大学の高電圧研究所と協力して、通電中の線の近くの通電されていない系統で作業する際に、作業員を誘導電圧や誘導電流から保護するために設計された特別な導電性スーツを開発した。誘導電圧と誘導電流の範囲は、予備計算と測定に基づいて解析した。結果を検証し、極端な電圧と電流でプロトタイプを検査するため、幾つかの実験室試験を実施した。開発の目的は、AC誘導が高い送電通路での近接作業中の全体的な安全レベルを高め、事故を大幅に減らすことであった。防護服の要件や防護性能を証明する試験方法は将来的に標準化される予定である。プロトタイプ検査の良好な結果に基づいて、新製品が米国市場に導入された。このスーツは現在、経験を収集し、現場手順を開発し、安全性を常に優先して効果的にリスクレベルを低減するために、電力会社によって検査されている、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
39	妊娠アウトカムに対する超低周波電磁放射の影響：メタ分析	Effect of extremely low-frequency electromagnetic radiation on pregnancy outcome: A meta-analysis	Zhou F, Ma C, Li YJ, Zhang M, Liu W	China	Afr J Reprod Health	2023	27 (5): 95-104	10.29063/ajrh.2023/v27i5.9	37584934	このメタ分析は、妊娠結果に対する超低周波（ELF）電磁放射の影響を調べた。関連する研究を同定するため、PubMed、Web Of Science、Cochrane library、Embase、EBSCOデータベースを検索し、参考文献の検索を補足として実施した。2021年3月10日までに公開された、対象となる研究を全て選択し、データは2人の研究者が独立してスクリーニングし、抽出した。その結果、電磁界の近くに居住する妊婦では、対照群と比較して、流産、死産、先天異常、早産のリスクの有意な上昇は認められなかった、と著者らは報告している。
40	潜在的な独立した小児白血病のリスク因子および電磁界ばく露に対する潜在的交絡因子としての殺虫剤	Pesticides as a potential independent childhood leukemia risk factor and as a potential confounder for electromagnetic fields exposure	Nguyen A, Crespi CM, Vergara X, Kheifets L	USA	Environ Res	2023	238 Pt 1: 116899	10.1016/j.envres.2023.116899	37598846	殺虫剤と高い磁界は小児白血病のリスク因子と疑われている。殺虫剤は高圧電力線下にある商用種苗場で利用されることがある。このため、この研究は、種苗場で利用される殺虫剤への潜在的なばく露が、小児白血病の独立したリスク因子として、あるいは、高圧電力線への近接度または磁界ばく露に対する交絡因子として作用しているかどうかを評価した。米国カリフォルニア州全域での記録ベースの症例対照研究（症例5788人、対象5788人）を実施し、特定の殺虫剤利用、磁界ばく露、ならびに電力線および種苗場への距離を調べた。ばく露評価には地理情報システム、航空・衛星画像、およびその他の歴史的情報を取り入れた。その結果、殺虫剤の複数の有効成分について、小児白血病のリスク上昇が認められた（ペルメトリン：オッズ比（OR）1.49、95%信頼区間（CI）0.83-2.67、クロルピリホス：OR 1.29、95% CI 0.89-1.87、ジメトエート：OR 1.79、95% CI 0.85-3.76、マンコゼブ：OR 1.41、95% CI 0.85-2.33、オキシフルオルフェン：OR 1.41、95% CI 0.75-2.66、オリザリン：OR 1.60、95% CI 0.97-2.63、ペンジメタリン：OR 1.82、95% CI 0.81-2.25）。殺鼠剤：OR 1.42、95% CI 0.78-2.66、軟体動物駆除剤：OR 1.22、95% CI 0.82-1.81へのばく露も、小児白血病リスクの潜在的上昇を示した。小児白血病と磁界計算値または電力線への近接度との関連は、殺虫剤ばく露について調整後も実質的に変わらなかった。電力線への近接度に伴う小児白血病のリスクは、殺虫剤ばく露を除外しても残った。殺虫剤ばく露は独立した小児白血病のリスク因子かもしれない、電力線への近接度および磁界ばく露と小児白血病リスクとの関連は、殺虫剤ばく露によっては説明できなかった、と著者らは報告している。
41	電磁界への職業ばく露 - 一般公衆のばく露および実験室研究とは異なる	Occupational Exposure to Electromagnetic Fields-Different from General Public Exposure and Laboratory Studies	Hansson Mild K, Mattsson MO, Jeschke P, Israel M, Ivanova M, Shalamanova T	Sweden	Int J Environ Res Public Health	2023	20 (16): 6552	10.3390/ijerp.h20166552	37623138	電磁界の健康影響についてのイン・ビボ、イン・ビトロ、イン・シリコ研究は、長期にわたる職業ばく露の特徴を適切に反映していないにもかかわらず、労働者に対するより高いばく露レベルは、それらに基づいて推定されている。疫学研究では、職業ばく露があったとしても、非常に一般的な方法でしか考慮されていない。職業生活を通じての長期にわたる職業ばく露に関する詳細な記述データは不足している。ほとんどの研究は、一般公衆のばく露特性、つまり長期にわたるが比較的低レベルのばく露を反映している。職業ばく露は多くの場合断続的で、ピーク電力が高く、その後ばく露のない期間が続く。更に、欧州連合（EU）の電磁界指令2013/35/EUでは、職業上の健康モニタリングについての要求事項が述べられており、その結果は、電磁界ばく露による健康への影響を研究している疫学者にとって大きな助けとなり得る。このレビュー論文は、公衆ばく露と職業ばく露の違いを概説して特定し、長期的な健康を考慮する上で重要である職業ばく露の特定の側面についての理解を高めることを目的としている。これは、長期ばく露の適切な説明に基づく、生じ得るハザードに対する将来の保護概念につながる可能性があり、また、生物学的システムの「リセット時間」や正確なばく露量などの補足的な説明機能も含まれる可能性がある。
42	ラットの肝臓および腎臓組織における電界誘導性アポトーシスおよび炎症に対するジュグロンの保護効果	Protective effect of juglone on electric field-induced apoptosis and inflammation in liver and kidney tissue in rats	Şenol N, Şahin M, Şahin U	Turkiye	Res Vet Sci	2023	164: 104987	10.1016/j.rvsc.2023.104987	37659348	電界は、主に酸化ストレス、炎症、アポトーシスを通じて組織損傷を生じることが示されている。従って、抗酸化特性と抗アポトーシス特性を持つ5-ヒドロキシ-1,4-ナフトキノン（ジュグロン、JUG）が、電界誘発性損傷に対して効果的であると考えられている。この論文の著者らは、50 Hz交流磁界がラットの肝臓および腎臓組織で炎症とアポトーシスを引き起こすかどうかを調べ、JUGサプリメントの保護効果を評価した。成体の雄のWistarアルビノラット24匹を、対照群、電界ばく露群、および電界ばく露＋JUG投与群（各群n = 8）に割り付けた。実験の最後に、肝臓および腎臓の組織を採取し、組織学的検査（ヘマトキシリン・エオシン（H&E）、免疫組織化学的染色のためのカスパーゼ-3および腫瘍壊死因子（TNF）-α）ならびに遺伝学検査（SOCS、カスパーゼ-3およびTNF-α、PCR分析）に供した。通常の組織学的手順の後、H&E染色した切片では、対照群と比較して電界ばく露群の肝臓および腎臓組織に有意な変化が認められた（p < 0.05）。電界ばく露＋JUG投与群では、容積と組織病理学に有意な保護効果が認められた（p < 0.05）。遺伝子発現結果では、電界ばく露群のカスパーゼ-3およびTNF-αの発現が増加した（p < 0.001）。JUG投与はSOCS発現を増加させた（p < 0.001）。これらの知見は、JUG投与の抗アポトーシス効果および抗炎症効果と一致していた。この論文の著者らは、電界ばく露によりラットの肝臓および腎臓組織が損傷し、それによる合併症がJUG投与により軽減される、と推論している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
43	海洋再生可能エネルギー開発の環境への影響について、単一デバイスから大規模商用アレイまで理解を「拡大」する	Scaling up’ our understanding of environmental effects of marine renewable energy development from single devices to large-scale commercial arrays	Hasselman DJ, Hemery LG, Copping AE, Fulton EA, Fox J, Gill AB, Polagye B	Canada	Sci Total Environ	2023	904: 166801	10.1016/j.scitotenv.2023.166801	37669708	この論文は、既存の枠組みを用いて、重要なストレスと受容体の相互作用に対する累積的環境影響用語の適応と適用を通じて、海洋再生可能エネルギー（MRE）の環境への影響を調べた。その結果、アレイの衝突リスクの影響は相加的、拮抗的、または相乗的である可能性があるが、アレイの位置と構成に依存する可能性が高いことが示唆された。水中ノイズの影響は、追加のデバイスがアレイ内に配置されるため相加的である可能性が高く、一方、電磁界の影響は支配的、相加的、または拮抗的である可能性がある。底生生物の生息地の変化は相加的である可能性が高いが、配列の構成に依存する可能性があり、生態系スケールでは拮抗的または相乗的である可能性がある。現在の MRE 開発規模での影響について入手可能な情報がほとんどないため、アレイの変位、もつれ、および海洋学システムへの影響はあまり確実ではない、と著者らは報告している。
44	位相差のある空間的に均一な ELF 電界と磁界に同時にばく露された場合に人体に誘導される電界の計算	Calculation of Electric Field Induced in the Human Body for Simultaneous Exposure to Spatially Uniform ELF Electric and Magnetic Fields with a Phase Difference	Sekiba Y, Kodera S, Yamazaki K, Hirata A	Japan	IEEE Access	2023	11: 95455-95466	10.1109/ACCESS.S.2023.3311517	—	国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）のガイドラインや電気電子学会（IEEE）の C95.1 規格などの国際的なばく露ガイドラインは、潜在的な健康への悪影響から人体を防護するために発行されている。これらのガイドラインおよび規格は、基本制限と呼ばれる誘導電界の制限を確立している。許容される外部磁界の強度（参考レベル）は、基本制限から保守的に導出される。参考レベルは人体が電界または磁界に別個にばく露されることを前提として計算されているが、実際には両方に同時にばく露される可能性がある。このようなばく露は、架空送電線の下に人体が位置する場合に特に生じる。このような状況では、電力線の電圧と電流の位相差により、電界と磁界の位相差が発生する。この研究の著者らは、数値人体モデルにおける誘導電界に対する外部の電界と磁界の位相差の影響を、50 Hz の空間的に均一な垂直電界と水平磁場に同時にばく露された状態で調べた。その結果、誘導電界の強さは位相差によって変動し、この差によって生じる変動は身体部位ごとに異なることが示された。ICNIRP ガイドラインの基本制限は、位相差を考慮した場合でも、参考レベルの電界および磁界に同時にばく露された状態でも満たされた、と著者らは報告している。
45	電磁放射ばく露と小児白血病：メタ分析および系統的レビュー	Electromagnetic Radiation Exposure and Childhood Leukemia: Meta-Analysis and Systematic Review	Guo H, Kang L, Qin W, Li Y	China	Altern Ther Health Med	2023	29 (8): 75-81	—	37678874	この研究は、磁界ばく露と小児白血病のリスクとの潜在的な関連を調べるため、2022年12月15日までに Scopus、EMBASE、Cochrane、Web of Science、Medline を含む電子データベースの包括的な検索を実施し、関連研究を特定した。最初のメタ分析では、小児白血病と 0.2-0.4 μ T の範囲の磁界強度との間に統計的に有意な逆相関があることが明らかになり、この範囲に関連するリスクの低下が示唆された。配線構成（ワイヤコード）に焦点を当てた 2 つ目のメタ分析では、居住環境での磁界ばく露と小児白血病との間の潜在的な関連が観察された。プールされた相対リスク（RR）推定値は、24 時間の磁界測定値へのばく露について 1.52（95% 信頼区間（CI）= 1.05-2.04、P = 0.021）および 1.58（95% CI = 1.15-2.23、P = 0.006）で、因果関係の可能性が示唆された。3 つ目のメタ分析では、0.1-0.2 μ T、0.2-0.3 μ T、0.3-0.4 μ T、および 0.2 μ T を超える 0.4 μ T のばく露群のオッズ比（OR）は、それぞれ 1.09（95% CI = 0.82-1.43 μ T）、1.14（95% CI = 0.68-1.92 μ T）、および 1.45（95% CI = 0.87-2.37 μ T）であった【訳注：原文に忠実に和訳したが、OR の 95% CI は無次元数であり、磁界強度（磁束密度）の単位である μ T がついているのは間違いである】。3 つのメタ分析の結果とは対照的に、0.2 μ T へのばく露と若年性白血病のリスクとの間に統計的に有意な関連の証拠は認められなかった。更なる結果では、磁界発生源から 100 m 以内に住んでいた子どもの 2 群と、より近くに住んでいた子どもの 2 群との間に、識別可能な差は認められなかった（OR = 1.33、95% CI = 0.98-1.73 μ T）。0.1-2.38 μ T の範囲の磁界強度を含む 3 つのメタ分析の総合的な結果は、磁界強度と小児白血病の発生との間に統計的に有意な関連性があることを強調している。但し、ある特定の分析では、0.1 μ T へのばく露と小児白血病の発症リスクの上昇との間に明らかな関係は存在しないと結論付けられている、と著者らは報告している。
46	高速電車における乗客の健康に対するパンタグラフの電源周波数電界の影響力に関する研究	Research on the influence of power frequency electric field of pantograph on passengers’ health in high-speed EMU	Tian R, Zhang JQ, Lu M	China	Arch Electr Eng	2023	72 (2): 483-501	10.24425/ae.2023.145421	—	この研究は、パンタグラフが設置されている鉄道車両内の電界環境の安全性について検討した。その結果、乗客のいない車両内の最大電界強度 E _{max} は 1.173 × 10 ⁶ mV/m であった。次に、乗客のいない車両内の電界分布に従って乗客の位置を設定し、乗客がいる車両の E _{max} は 3.195 × 10 ⁶ mV/m であることが示された。異なる位置の乗客の最大誘導電界強度は靴の裏に生じ、最大値は 3.028 × 10 ⁵ mV/m で、最大誘導電流密度は足首で生じ、最大値は 3.476 × 10 ⁻⁵ A/m ² であった。乗客の頭部の最大誘導電界強度は脳脊髄液領域に現れ、その最大値は 202.817 mV/m であり、ドア付近の乗客の頭部の最大誘導電界強度は車両中央の乗客の頭部の最大誘導電界強度よりも大きいと結論付けられた。乗客の全ての組織における誘導電界強度の最大値は、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）の公衆ばく露に対する基本制限よりも大幅に低かった。この研究により、パンタグラフの作動状態は車両内の電界環境にほとんど影響を及ぼさず、作動周波数の電界環境においては乗客の健康被害を生じることはないことが示された、と著者らは結論付けている。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
47	放射線と健康についてのコミュニティ関与プログラム：公衆の懸念に対処する	Community engagement programs on radiation and health: addressing public concerns	Brzozek C, Karipidis K	Australia	Public Health Res Pract	2023	33 (3): 3332325	10.17061/phrp3332325	37699766	放射線に関する否定的な意味合いのため、地域社会では放射線、特に、送電線、携帯電話基地局、5G ネットワークの展開などによる電磁放射（EMR）と健康に関して大きな不安が広がっている。このため、保健当局にとって、放射線の安全性に関する情報と保証を国民に提供することが重要である。オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）は、地域社会の懸念に対処するために地域参加プログラムを立ち上げている。2003-2022年4月まで、ARPANSA は健康苦情登録制度を運営し、EMRばく露の可能性に関する公衆からの健康苦情の報告を収集した。収集したデータを用いて、苦情の性質とレベルに関する年次統計概要を作成した。2016年以来、ARPANSA はオーストラリアでのばく露、健康、保護に関する問題について一般の人々が科学者と直接コミュニケーションできるようにする「科学者と話そう」プログラムも実施している。この登録制度への関心は低く、運用期間中に受け取った報告はわずか180 件であった。健康への悪影響の原因であると報告されている最も一般的なEMRばく露源はスマートメーターであった。報告された最も一般的な健康への悪影響は頭痛であった。関心が低かったため、この登録制度は 2022 年 4 月に閉鎖された。対照的に、「科学者と話そう」プログラムでは 2016 年以来 6,546 件の問い合わせに回答し、そのほとんどは EMRばく露源に関するものであり、「科学者と話そう」プログラムの成功により登録制度は廃止された。EMR健康苦情登録制度は、おそらく当局との関与が欠如していると認識されていたため、一般の人々から大きな関心を集めることはなかった。「科学者と話そう」プログラムは、対象分野の専門家との直接の交流を促進し、一般の人々と関わり、電磁放射の安全性に関する地域社会の懸念に対処するという点で、より大きな成功を収めてきた、と著者らは報告している。
48	電磁界ばく露に対するストレス関連の反応としての昆虫の代謝および発達の変化	Metabolic and Developmental Changes in Insects as Stress-Related Response to Electromagnetic Field Exposure	Wyszkowska J, Maliszewska J, Gas P	Poland	Appl Sci	2023	13 (17): 9893	10.3390/app13179893	—	(1) この研究は、ストレスの指標である変態と代謝率に対する、超低周波磁界（ELF、50 Hz、1 mT、または 7 mT）の影響を、様々な発達段階（幼虫、蛹、成虫）のチャイロコメノゴミシダマシで調べた。その結果、電磁界ばく露は体重減少の加速、成虫の代謝の増加、および死亡率の上昇につながることが示された。但し、電磁界ばく露は糖レベルや変態の速度と成功には影響を与えないようであった。特に、有意な変化は強い磁界（7 mT）の影響下でのみ観察され、弱い磁界（1 mT）では統計的に有意な結果は認められなかった。これらの結果は、ELF磁界がストレッサーであり、その影響はばく露の特定のパラメータと実験モデルの開発段階に依存することを示唆している、と著者らは結論付けている。
49	交流 - 直流ハイブリッド電界のヒトの知覚における直流成分の役割ならびに交流成分との比較	The role of the DC component in human perception of AC-DC hybrid electric fields and a comparison with the AC component	Kursawe M, Kaifie A, Krabbe J, Kimpeler S, Kühn R, Kraus T, Jankowiak K	Germany	Sci Rep	2023	13: 16320	10.1038/s41598-023-43556-2	37770510	ドイツではエネルギー転換の一環として、交流と直流のハイブリッドシステムを用いた高圧架空電力線が運用される。ヒトがハイブリッド電界を知覚する程度は、両方の電界の比率に依存する。この研究は、直流成分の影響を調べるため、平均以上の電界検知能力を有する参加者49人を対象に、低い直流成分（1-4 kV/m）および変動する交流（1-14 kV/m）条件下で評価した。その結果、複合電界の検知閾値は、直流成分の増加とともに低下し、平均で9.6-6.83 kV/mの範囲であった。この結果は、直流成分の僅かな変動でも、ハイブリッド電界の知覚に有意に影響することを示唆している。これらの知見は、ハイブリッド電界の交流成分を調べた以前の研究の結果を補完するもので、両方の研究の相関分析により、参加者のパフォーマンスの信頼性が実証された、と著者らは報告している。
50	ラットの肺組織における50 Hz電界の有害な影響に対する5-ヒドロキシ-1,4-ナフトキノンの保護的役割	The protective role of 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone against the harmful effects of 50 Hz electric field in rat lung tissue	Şenol N, Şahin M, Şahin U	Turkiye	Electromagn Biol Med	2023	42 (4): 133-143	10.1080/15368378.2023.2265935	37811636	この研究は、肺に対する電界の潜在的な悪影響に対するユグロン [5-ヒドロキシ-1,4-ナフタレンジオン] の有効性を調べた。Wistarアルビノラット24匹を、対照群、電界ばく露群、電界ばく露+ユグロン投与群の3群に無作為に割り付けた。その結果、ばく露群では対照群と比較して、ヘマトキシリン-エオシン（H&E）で染色した肺組織切片に有意な変化が認められた。電界ばく露+ユグロン投与群では、有意な保護効果が認められた。免疫組織化学および遺伝子発現については、電界ばく露群でカスパーゼ-3および腫瘍壊死因子アルファ（TNF-α）の発現の増加が認められた（P <0.05）。ユグロンは、サイトカインシグナル抑制因子（SOCS）発現を増加させた（P <0.001）。これらの知見は、ユグロン投与の抗酸化作用と一致した。ラットの肺組織へのユグロン投与は、50 Hz EFによって引き起こされる合併症を軽減すると推論される、と著者らは結論付けている。
51	静電界（SEF）へのばく露はBリンパ球の増殖を促進する	Static electric field (SEF) exposure promotes the proliferation of B lymphocytes	Dong L, Chen Y, Wang K, Li H, Di G	China	Int Immunopharmacol	2023	125 Pt A: 111006	10.1016/j.intimp.2023.111006	37913568	この研究は、直流送電線から生じる静電界（SEF）がBリンパ球の増殖レベルに及ぼす影響とそのメカニズムを調べた。雄マウスをSEFにばく露し、ばく露の7日後および14日後に、マウスの脾臓内のBリンパ球の増殖レベルを測定した。シグナル伝達経路の観点から影響のメカニズムを明らかにするため、リンパ球をSEFにばく露し、ばく露の24、48、または72時間後に、Bリンパ球の増殖レベル、主要なタンパク質の発現レベル、細胞周期を測定した。その結果、SEFばく露がERK1/2経路を刺激してNF-κB経路を活性化し、Bリンパ球をG0/G1段階からS段階に進行させることが認められた。同時に、SEFばく露はBリンパ球をG2段階に進行させた。つまり、SEFばく露はBリンパ球の増殖を著しく促進した、と著者らは報告している。

No.	和文タイトル	英文タイトル	著者	国名	誌名	年	巻(号): 頁-頁	DOI	PubMed ID	概要
52	ラットの脳におけるアポトーシス、神経変性および微量元素レベルに対する超低周波磁界ばく露の影響	The effects of extremely low-frequency magnetic field exposure on apoptosis, neurodegeneration and trace element levels in the rat brain	Çakıt MÖ, Koca G, Akbulut A, Erdem O, Çetinkaya S, Umurhan G, Aydınbelge-Dizdar N, Eşmekaya MA, Yumuşak N, Canseven Kurşun AG, Korkmaz M	Turkiye	Anatolia n Curr Med J	2023	5 (2): 102 - 110	10.38053/acmj.1245104	—	この研究は、1、1.5および2 mTの超低周波（ELF）磁界がラットの脳細胞におけるアポトーシス、神経変性、および微量元素に与える影響を調べた。成体の雄のWistarラット35匹を4群（グループ1（n = 8）：対照群、グループ2（n = 9）：1 mT ばく露群、グループ3（n = 9）：1.5 mT ばく露群、グループ4（n = 9）：2 mTばく露群）に割り付けた。ばく露群の全てのラットを、4時間／日、5日／週、30日間、50 HzのELF磁界にヘルムホルツコイルでばく露した。ばく露後、ラットを安楽死させ、脳の組織病理学および免疫組織化学的变化、ならびに脳内の微量元素レベルを評価した。その結果、ELF磁界ばく露は、ラットの脳内のCaレベルの増加およびアポトーシスの増加を生じ、磁界レベルの上昇に伴いアポトーシスとCaレベルも増加した、と著者らは報告している。
53	50 Hz正弦波磁界がN-メチル-N-ニトロソウレア（MNU）誘発の大腸腫瘍モデルにおいてベータカテニン遺伝子のリン酸化サイトに対する変異効果はない	No mutation effect of 50 Hz sinusoidal magnetic field on beta catenin gene phosphorylation site in N-methyl-N-nitrosourea (MNU) induced colon tumor model	Budak M, Kiliç MA, Kalkan T, Tuncel H	Turkiye	Indian J Exp Biol	2023	61 (12): 941-945	10.56042/ijeb.v61i12.4370	—	カデヘリン媒介の細胞接着の主要な調節因子であり、胚の発生と成人の組織プロセスに不可欠なベータ-カテニンの異常調節は、大腸がんを含むさまざまながんに関連している。一方、磁界の潜在的な発がん作用については長い間懸念が存在しています。この研究は、N-メチル-N-ニトロソウレア（MNU）誘発ラット大腸腫瘍の動物モデルを用いて、ベータ-カテニンの機能不全と50 Hz正弦磁界との関連の可能性を調べた。ベータ-カテニンのリン酸化を評価するため、商用抽出キットを用いて58のサンプルからゲノムDNAを抽出し、重要なリン酸化部位に対応するターゲット遺伝子領域をポリメラーゼ連鎖反応（PCR）で増幅し、一本鎖構造多型（SSCP）法を用いて実験群間の違いを検出するために分析した。その結果、実験群間でベータ-カテニン遺伝子のリン酸化部位に有意差は認められなかった。これらの結果は、50 Hz正弦波磁界ばく露が、MNU誘発ラット大腸腫瘍の文脈でベータ-カテニンの機能不全に直接影響を与えない可能性があることを示唆している、と著者らは結論付けている。

2. 1. 2 国内外の商用周波電磁界に対する規制（一般公衆）

一般公衆に対する、国内外の商用周波電磁界の規制内容は表 2.1.2 の通りである。

（ホームページ等の公開情報および過去のヒアリング結果に基づく）

2. 1. 3 国外の商用周波電磁界に対する規制（職業者）

EU（欧州連合）加盟国においては、2013 年の EU 指令「物理的作用因子（電磁界）に起因するリスクへの労働者のばく露についての健康及び安全の最低要求事項に関する指令（2013/35/EU）」に基づき、職業者に対する電磁界ばく露に関する同指令を、それぞれの加盟国において法制化することが義務付けられており、法制化の期限は 2016 年 7 月 1 日となっていた。

平成 28 年度に実施した本事業において、電磁界情報センターでは EU 加盟 28 カ国中 16 カ国の関係機関に電子メールによるアンケート調査を実施し、法制化の状況を確認した。アンケートに対しては 12 カ国から回答があり、指令で認められた範囲内での修正が加えられているケースはあるものの、いずれも指令に基づいた法制化が完了している。

また、加盟国の法制化状況は EUR-Lex という法令データベースでも公表されており、全 28 加盟国について法制化済みで登録されており、簡単に確認できるようになっている。

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?uri=CELEX:32013L0035&qid=1473293577177>

表2. 1. 2 国内外の商用周波電磁界規制一覧表（一般公衆）

2024年1月31日現在

国・地域	組 織	施行年	区分	周波数 (商用)	電界 [kV/m]	磁界 [μT]	備 考	2007年度以降 ヒアリング 実施年度
[国際レベル]								
国際	国際非電離放射線防護 委員会（ICNIRP）	2010	ガイドライン	50Hz	5. 0	200	低周波ガイドラインに関連して、「知識のギャップ」についての文書を2020年5月に公表。「小児白血病については、生物学的根拠のある仮説に基づかない更なる疫学研究は推奨されない」などとしている。	
				60Hz	4. 2			
国際	電気電子学会（IEEE）	2002	学会規格	50・60Hz	5. 0	904	電力線敷設用地内（ROW内）の電界に対して通常の負荷条件下で10kV/m。四股に対しては磁界について75. 8mT（50Hz）、63. 2mT（60Hz）。 2019年に低周波規格と高周波規格が単一規格（C95. 1-2019）に統合された。	
[地域レベル]								
欧州（EU）	EU閣僚理事会	1999	勧告	50Hz	5. 0	100		
[国レベル]								
日本	経済産業省	1976	規制	50・60Hz	3. 0	—	静電誘導による人の感知を防止する等の観点から、規制を導入。	
		2011	規制	50・60Hz	—	200	「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」の提言を受け、ICNIRPのガイドライン（2010）を踏まえ、規制を導入。	
米国	—	—	—	—	—	—	「電磁界調査及び公衆への情報普及計画：EMF-RAPID」を担当した米国国立環境健康科学研究所は、積極的な規制ではなく、電磁界ばく露の低減に向けた産業界の取組や基礎的な研究の継続を提言。	2012年度
英国	エネルギー・気候変動 省 (2011年当時)	2011	自主的 実施基準	50Hz	9. 0	360	実施基準の数値は旧ICNIRPガイドラインの基本制限に独自に開発した人体モデルを用いて保健防護庁（2011年当時）が勧告したもの。政府・送電事業者間の自主的実施基準には左記のばく露ガイドラインのほか、プレコーション措置として新設の高圧電力線に対する相配置最適化の実施基準（2011年2月）、マイクロショックに対する実施基準（2013年7月）がある。	2011年度
ドイツ	環境・自然保護・原子 炉安全省 (2013年当時)	2013	規制	50Hz	5. 0	100	2013年8月改定。プレコーションとして新設及び大規模改修の際には電磁界を最小化する措置の検討の義務化、220kV以上の高圧電力線の建物上部への新規架設禁止が定められている。	2013年度 2019年度
フランス	エコロジー・持続可能 な開発・エネルギー省 (2001年当時)	2001	規制	50Hz	5. 0	100	MEDDEは2013年4月に地方当局に対し、プレコーション措置として電力設備周辺で1μTを超えるような場所に病院や子供のケア施設を新たに設置しないよう勧告。	2013年度
イタリア	環境・領土保全省 (2003年当時)	2003	規制	50Hz	5. 0	100	ばく露制限値。	2008年度
					—	10	注意値：幼児の遊び場、住宅地域等公衆が1日4時間以上滞在可能な建物に適用（24時間中央値）。	
					—	3	安心目標：公園、住宅地域等公衆が1日4時間以上滞在可能な場所での新規の電力線の建設及び、既存の電力設備の側で新たに地域計画を行う場合に適用（24時間中央値）。	
オランダ	住宅・国土計画・環境 省	2005	勧告	50Hz	5. 0	100	ばく露制限値。	2014年度 2017年度 2018年度
					—	0. 4	土地利用制限：高圧電力線の新設及び、既存の高圧送電線の側で地域計画を策定する場合に、年平均磁界が0. 4 μTを超えるエリアに子供が長期に滞在するという状況を、合理的に可能な範囲で避ける。なお、電磁界対策ではないが、経済省は既設高圧電力線への対策として、2017年より郊外における高圧電力線下住宅の買上を実施しており、2019年1月には都市部高圧電力線の地下埋設に関する法案が施行されている。	
スイス	環境・森林・景観庁	2000	規制	50Hz	5. 0	100	ばく露制限値。	電力設備電磁環境 影響調査 2004年度文献調査
					—	1	プレコーショナリ放出制限値：人が定常的にかなりの時間を過ごす住宅や公園等での送電線・変電所（新設・既設）が対象。相配置の最適化等適切な措置が施されていれば免除される。	

表2. 1. 2 国内外の商用周波電磁界規制一覧表（一般公衆）

2024年1月31日現在

国・地域	組 織	施行年	区分	周波数 (商用)	電界 [kV/m]	磁界 [μT]	備 考	2007年度以降 ヒアリング 実施年度
スウェーデン	放射線防護庁 (2002年当時)	2002	勧告	50Hz	5. 0	100	電気設備や建物の新設の際に、高ばく露を低減するような費用対効果のある措置があれば、計画段階から設計・位置決めの努力を払う。（具体的な磁界の大きさや費用に対する言及無し。）	電力設備電磁環境 影響調査 2004年度文献調査
	国家労働安全衛生委員会等5機関	1996	ガイダンス		—	—		
ベルギー	経済省	1998	規制	50Hz	10	—	架空電力線に適用。交差点：7kV/m、居住地域5kV/m。	電力設備電磁環境 影響調査 2004年度文献調査
ノルウェー	保健衛生省	2011	規制	50Hz	5. 0	200	放射線防護局は送電事業者が新設の際にばく露低減策を検討すべき磁界（調査レベル）として0. 4μTを定めている。	2015年度
オーストラリア	衛生医学研究評議会	2015	勧告	50Hz	5. 0	200	電気事業者は自発的に新設設備にLowCostの磁界低減対策を実施している。	2015年度 2019年度
ニュージーランド	環境省	2008	勧告	50Hz	5. 0	200	新設送電線、変電所、配電線を対象にICNIRPガイドラインに基づく勧告。	2019年度
		2010	規制		5. 0	100	既設送電線を対象。	
イスラエル	環境保護省	2001	ガイドライン	50Hz	5. 0	100	健康ガイドライン。	
					—	1	環境ガイドライン：住宅密集地への電力設備新設に適用。	
ロシア	公衆衛生省	2000	規制	50Hz	0. 5	10		
韓国	通商産業資源部	2020	規制	60Hz	3. 5	83. 3	電界規制については電力設備のみに適用。電力設備以外の電界の規制値は4. 2kV/m。	2020年度
[米国州レベル]								
フロリダ州	環境保護局	1989	規制	60Hz	2	15～25	電力線施設用地境界（ROW端）。230kV送電線：15μT、500kV送電線：20μT、500kV（二重回線）：25μT。	
					8～10	—	ROW内。8kV/m（69-230kV送電線）、10kV/m（500kV送電線）。	
ニューヨーク州	公益事業委員会	1990	規制	60Hz	1. 6	20	ROW端。	
					7～11. 8	—	ROW内。公道と交差する場合7. 0kV/m、私道と交差する場合11. 0kV/m、その他11. 8kV/m。	
モンタナ州	環境保全局	1985	規制	60Hz	7	—	ROW内。（道路と交差する場合）	
					1	—	ROW端。（住宅地区）	
ニュージャージー州	放射線防護委員会	1981	ガイドライン	60Hz	3	—	ROW端。	
オレゴン州	エネルギー施設立地評議会	1980	規制	60Hz	9	—	公衆の立ち入りそうな場所。	
カリフォルニア州	公益事業委員会	1993	規制	60Hz	—	—	低費用でできる磁界低減策の実施。新規送変電設備建設に対してプロジェクト総額の4%を目安に磁界低減策を施す。（その後、2002年に終了したカリフォルニア電磁界計画の結果を受け、再検討を行い、2006年に現状の政策を継続していくこととなった。）	電力設備電磁環境 影響調査 2004年度文献調査
	教育局	1993	規制		—	—	学校の新設に際し、既存の送電線（ROW端）から距離を設ける。（50-133kV送電線：100フィート、220-230kV送電線：150フィート、500-550kV送電線：350フィート。）	
コネチカット州	立地審議会	2007	規制	60Hz	—	—	低費用でできる磁界低減策の実施。新規の送変電プロジェクトに対してプロジェクト総額の4%を目安に磁界低減策を施す。	2012年度

注）「区分」欄の「規制」は拘束力を伴う義務的なもの。その他（ガイドライン、勧告等）は拘束力を伴わない自発的なもの。
出所）WHO国際電磁界プロジェクト各国規制動向DB、WHO国際電磁界プロジェクト国際諮問委員会各国委員提示資料、各国規制当局・公的研究機関ウェブサイト規制当局ヒアリング結果、
欧州委員会EU勧告実施状況報告書（2002）、欧州委員会EIS-EMFプロジェクト各国レポート（2005）、欧州電気事業連合会資料（2006）

2. 2 電磁界の健康影響に関する講演会の開催

経済産業省と総務省の共催であることから、講演会のタイトルを「電磁波の健康影響に関する講演会」として以下の内容で6回開催した。

2. 2. 1 企画概要

講演会は、令和5年11月から令和6年2月にかけて大磯町、那覇市、札幌市、松本市、大阪市、高松市の6箇所で開催した。また、大磯町以外の5会場は、ウェブ配信も行うハイブリット形式で開催し、ウェブ参加も可能とした。講演テーマは、総務省との共催を踏まえ、以下の5つとした。

講演テーマ	講演者
講演1 『電波の安全性に関する総務省の取組』	総務省
講演2 『NICTにおける電波ばく露レベルのモニタリング』	大西輝夫
講演3 『電力設備から発生する電磁界に関する経済産業省の取組』	経済産業省
講演4 『電力設備から発生する磁界の測定結果』	電磁界 情報センター
講演5 『電磁波（電磁界）その健康リスク評価とリスク管理』	大久保千代次

有識者としての講演者は以下のとおり。

- ・電波の測定及び電波ばく露評価の国際標準化に関する有識者
大西輝夫（国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所
電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究マネージャー）
- ・電磁界の健康影響に関する有識者
大久保千代次（一般財団法人 電気安全環境研究所 電磁界情報センター 所長）

（1）開催目的

電力設備や通信設備から生じる電磁界が生体に及ぼす影響に関しては、国民の関心も高く、国民からの様々な疑問等に答えるため、国による的確な情報の収集・整理を行い、正確な情報を国民へ提供する必要がある。

このため、電磁界に関する国内外の研究動向、諸外国の規制動向等について広く国民に提供し、電磁界の健康影響に対する国と国民との間のリスク認知のギャップを埋め、国民の漠然とした不安感を低減させることを目的とする。

(2) 開催日時及び場所

①大磯町講演会

日 時：令和5年11月17日（金）12:45～16:00

場 所：ノジマ大磯スクウェア 大研修室（3階）

②那覇市講演会

日 時：令和5年12月5日（火）12:45～16:00

場 所：沖縄県青年会館 大ホール（2階）

③札幌市講演会

日 時：令和5年12月21日（木）12:45～16:00

場 所：札幌市民交流プラザ クリエイティブスタジオ（3階）

④松本市講演会

日 時：令和6年1月18日（木）13:00～16:15

場 所：まつもと市民芸術館 小ホール（2階）

⑤大阪市講演会

日 時：令和6年2月1日（木）13:00～16:15

場 所：大阪府立男女共同参画・青少年センター ホール（7階）

⑥高松市講演会

日 時：令和6年2月16日（金）13:00～16:15

場 所：高松シンボルタワー かがわ国際会議場（タワー棟6階）

(3) 役割分担

経済産業省及び総務省が分担した業務は以下のとおり。

①経済産業省（実施者：電磁界情報センター）

会場手配、講演内容の調整、当日運営（受付、司会、参加者誘導、資料印刷・配布）、
情報宣伝業務（紙媒体）、アンケートの実施（会場参加者）

②総務省（実施者：総務省の受託者）

参加申込受付、講演当日のウェブ配信、録画動画の配信、
情報宣伝業務（電子媒体）、アンケートの実施（ウェブ参加者）

(4) プログラム

大磯町、那覇市、札幌市講演会のプログラムは以下のとおり。松本市、大阪市、高松市講演会は 15 分遅らせたプログラムとし、開会を 13:00、閉会を 16:15 とした。

時間	項目
12:45	開会
12:45～13:10	講演 1 『電波の安全性に関する総務省の取組』
13:10～13:20	講演 2 『NICT における電波ばく露レベルのモニタリング』
13:20～13:45	講演 3 『電力設備から発生する電磁界に関する経済産業省の取組』
13:45～13:55	講演 4 『電力設備から発生する磁界の測定結果』
13:55～14:05	休憩
14:05～15:15	講演 5 『電磁波（電磁界）その健康リスク評価とリスク管理』
15:15～15:25	休憩
15:25～16:00	質疑応答
16:00	閉会

質疑応答では、参加申込時の事前質問、当日に会場において質問用紙で提出された質問及びウェブ会議システムの Q&A 機能で提出された質問に対して、講演者が事前質問には回答資料を準備し、当日質問には口頭で回答を行った。時間の都合上、講演会の時間内に回答ができなかった当日質問には、後日事務局が電話で回答を行った。

電磁界情報センターが事前に会場周辺にある電力設備の磁界測定を行い、その結果を講演 4 の中で紹介し、身のまわりの磁界の強さについて理解向上を図った（資料 4）。

(5) 参加費

無料

(6) 参加申込方法

総務省の受託者が講演会ホームページ、はがき、FAX、電話にて申込受付を行った。

2. 2. 2 講演会の開催準備

講演会開催の周知は、次の方法にて行った。

(1) 案内状・チラシの作成と送付

電磁界情報センターにて、開催目的、開催日時、開催場所、申込方法等を記載した案

内状及びチラシを作成し、以下の団体等に送付した。

- ・マスメディア（開催都市の全国紙支局、地方紙）
- ・地方自治体（開催市及び近隣）
- ・開催都市の市民センター、公民館、消費生活センター、保健所、図書館等公共施設
- ・開催都市の幼稚園、企業（不動産関係）

（２）ホームページによる案内

電気安全環境研究所及び電磁界情報センターのホームページに申込サイトへのリンクを掲載し開催案内を行った。

（３）新聞等広告の作成と掲載

電磁界情報センターにて、開催内容、開催日時、開催場所及び申込方法等を記載した広告の原案を作成し、開催都市の全国紙、地方紙及びフリーペーパー等に掲載した。また、新聞への折り込みチラシを行った。

（４）その他の案内

- ・電磁界情報センターの会報誌『JEIC NEWS』、メールマガジン及び公式 Facebook に開催案内を投稿した。
- ・開催都市に後援名義使用を申請し承認を受け、各種の広告に後援情報を記載した。
- ・総務省の受託者は、パソコンやスマートフォンでのインターネット検索結果に連動して画面に表示される電子広告を実施した。

2. 2. 3 講演会当日配布物

（１）会場参加者の全員に配布した資料

- ・講演会予稿集（資料３）
- ・経済産業省パンフレット「電磁界と健康（改訂第 21 版）」（資料１）
- ・総務省パンフレット「電波と安心な暮らし」
- ・環境省冊子「身のまわりの電磁界について」
- ・電磁界情報センター冊子「WHO ファクトシート集」
- ・電磁界情報センターパンフレット「プレママのための 知って安心、電磁波のこと」
- ・ポスター発表資料（情報通信研究機構、電磁界情報センター）
- ・事前質問・回答集（資料４）
- ・質問用紙
- ・アンケート用紙

※当日都合が悪くなりキャンセルした会場参加申込者から希望があった場合は、講演資料を後日送付し情報提供を行った。(計 10 名)

(2) テイクフリーで配布した資料

- ・総務省パンフレット「知っていますか? 「植込み型医療機器」をより安心して使用するためにできること」
- ・総務省パンフレット「携帯電話端末等からの電波の植込み型医療機器への影響の調査」

2. 2. 4 講演者との講演内容の調整

経済産業省、総務省、講演者及び電磁界情報センターで講演内容を確認し、内容の重複や漏れが生じないように調整した。

『NICT による電波ばく露レベルのモニタリング』の講演時間が 10 分のみであることから、講演会場で電波の性質や測定に関するポスター発表を実施することとした。それに伴い、電力設備、家電製品及び太陽光発電システムから発生する低周波磁界について、測定結果のポスター発表と参加者による測定体験を電磁界情報センターにより実施することとした。

2. 2. 5 講演動画の配信

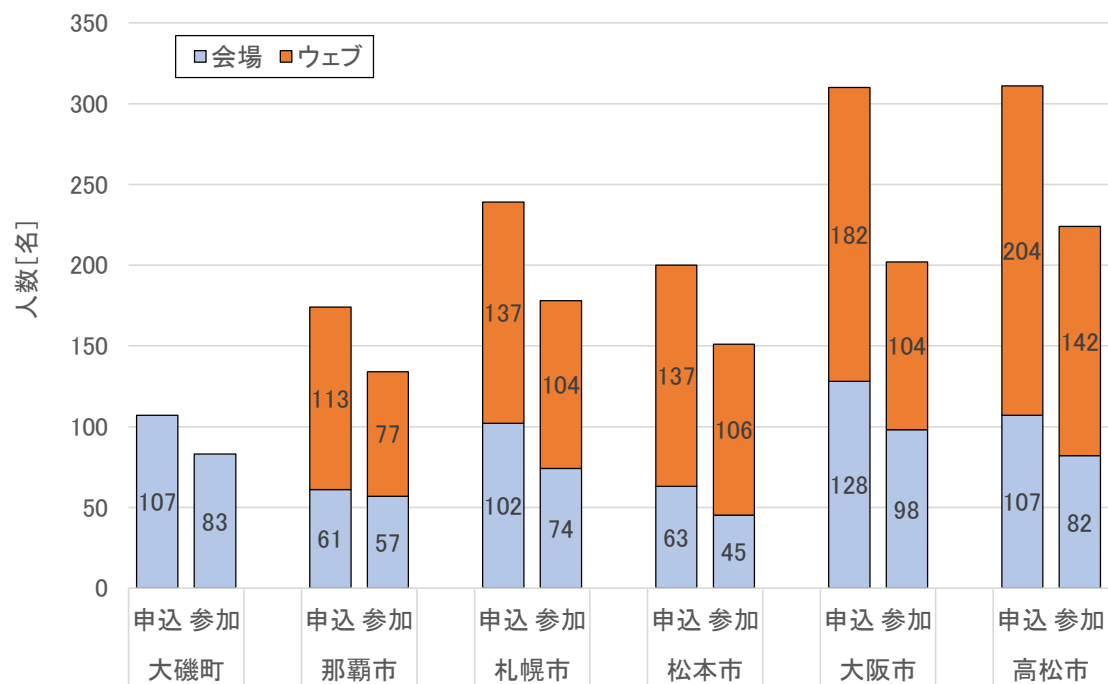
総務省の受託者が講演会の様子を撮影・編集した動画を講演会ホームページ上で令和 5 年 11 月末～令和 6 年 3 月までの約 4 ヶ月間公開した。

2. 2. 6 開催結果

(1) 申込数・参加数

(a). 会場別

会場	申込数 [名]			参加数 [名]			当日参加率 [C=B/A]
	会場	ウェブ	計[A]	会場	ウェブ	計[B]	
大磯町	107	-	107	83	-	83	77.6%
那覇市	61	113	174	57	77	134	77.0%
札幌市	102	137	239	74	104	178	74.5%
松本市	63	137	200	45	106	151	75.5%
大阪市	128	182	310	98	104	202	65.2%
高松市	107	204	311	82	142	224	72.0%
合計 (平均)	568 (95)	773 (129)	1,341 (224)	439 (73)	533 (89)	972 (162)	72.5%
[参考]昨年度 5会場合計(平均)	573 (115)	-	573 (115)	459 (92)	-	459 (92)	80.1%



(b). 参加形態別

参加方法	申込数[名]	参加数[名]	参加率[%]
会場	568	439	77.3
ウェブ	773	533	69.0
合計	1,341	972	72.5

(2) 参加者からの質問事項

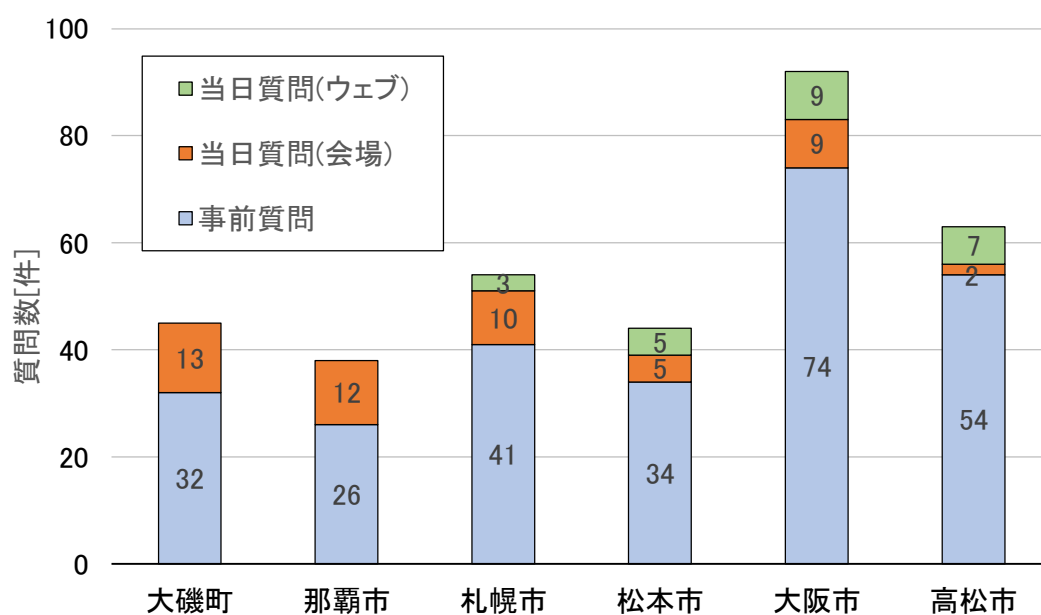
参加者からの事前及び当日質問は、6 会場で合計 336 件であった。1 つの質問に複数の発生源及び内容を含むものが多いため、336 件の質問を重複ありで分析すると発生源別が 418 件、内容別が 416 件であった。

質疑応答の詳細内容については、別紙 1 及び資料 4 とおり。

(a). 会場別

[単位：件]

会場	事前質問	当日質問 (会場)	当日質問 (ウェブ)	計
大磯町	32	13	－	45
那覇市	26	12	0	38
札幌市	41	10	3	54
松本市	34	5	5	44
大阪市	74	9	9	92
高松市	54	2	7	63
合計 (平均)	261 (43.5)	51 (8.5)	24 (4.0)	336 (56.0)
[参考] 昨年度実績(平均)	128 (25.6)	54 (10.8)	－	182 (36.4)

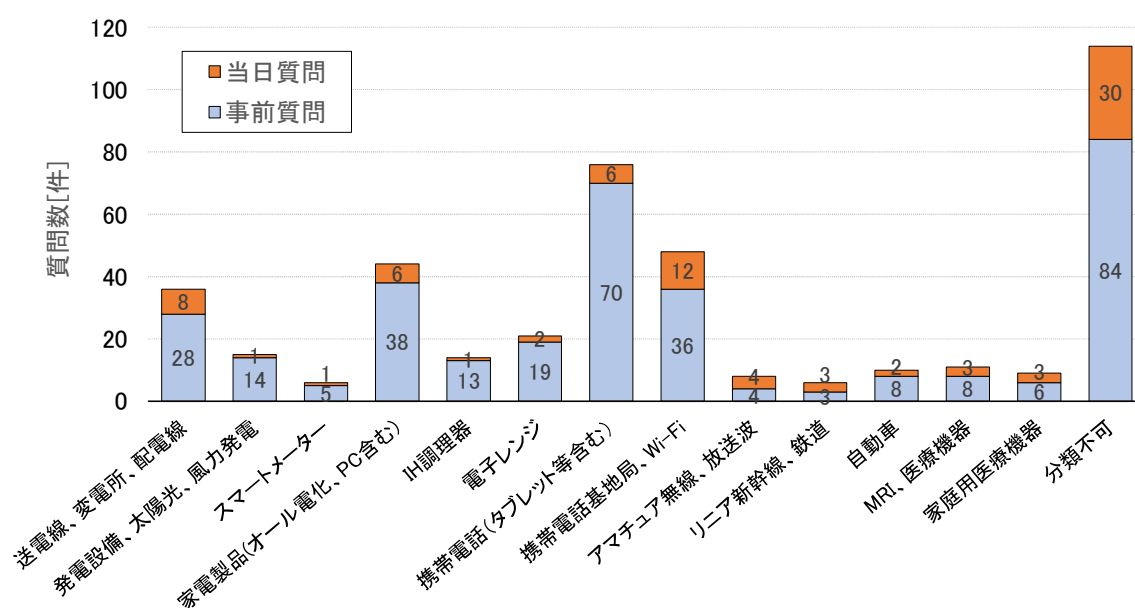


(b). 発生源別 【複数の発生源に関する質問は複数項目に計上】

[単位：件]

項 目	事前質問	当日質問	合計 (比率)
送電線、変電所、配電線	28	8	36 (8.6%)
発電設備、太陽光、風力発電	14	1	15 (3.6%)
スマートメーター	5	1	6 (1.4%)
家電製品(オール電化、PC 含む)	38	6	44 (10.5%)
IH 調理器	13	1	14 (3.4%)
電子レンジ	19	2	21 (5.0%)
携帯電話 (タブレット等含む)	70	6	76 (18.2%)
携帯電話基地局、Wi-Fi	36	12	48 (11.5%)
アマチュア無線、放送波	4	4	8 (1.9%)
リニア新幹線、鉄道	3	3	6 (1.4%)
自動車	8	2	10 (2.4%)
MRI、医療機器	8	3	11 (2.6%)
家庭用医療機器	6	3	9 (2.2%)
分類不可※	84	30	114 (27.3%)
合 計	336	82	418 (100%)

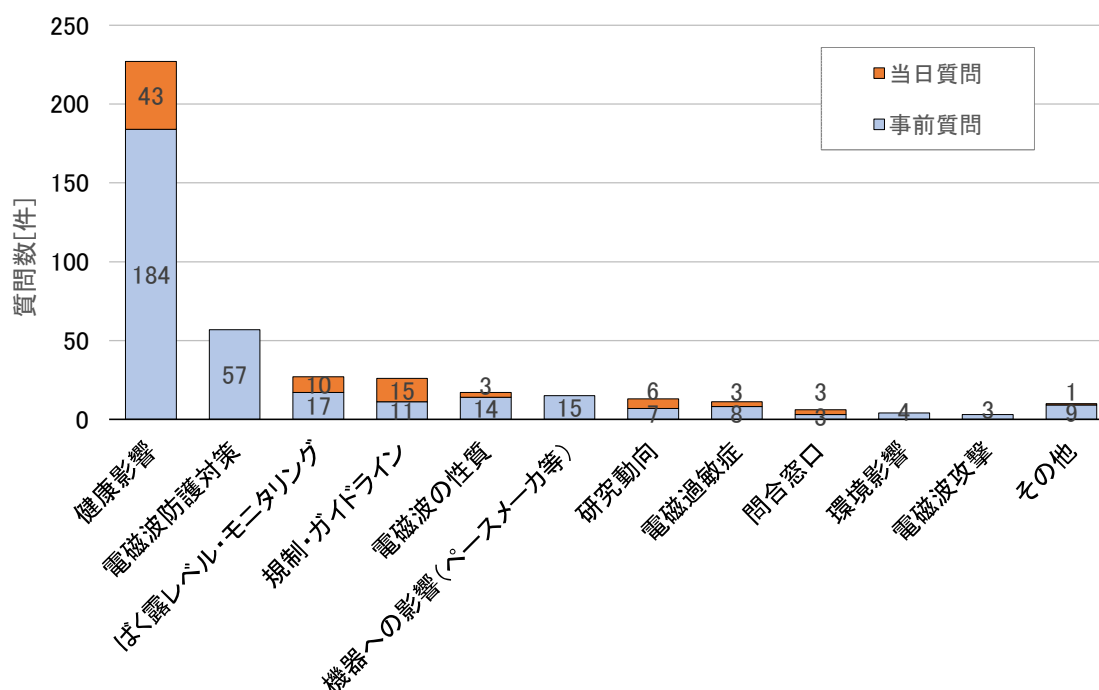
※分類不可は「電磁波は健康影響があるか？」のような発生源の言及がない質問など



(c). 内容別 【複数の内容に関する質問は複数項目に計上】

[単位：件]

項 目	事前質問	当日質問	合計	(比率)
健康影響	184	43	227	(54.6%)
電磁波防護対策	57	0	57	(13.7%)
ばく露レベル・モニタリング	17	10	27	(6.5%)
規制・ガイドライン	11	15	26	(6.3%)
電磁波の性質	14	3	17	(4.1%)
機器への影響（ペースメーカー等）	15	0	15	(3.6%)
研究動向	7	6	13	(3.1%)
電磁過敏症	8	3	11	(2.6%)
問合窓口	3	3	6	(1.4%)
環境影響	4	0	4	(1.0%)
電磁波攻撃	3	0	3	(0.7%)
その他	9	1	10	(2.4%)
合 計	332	84	416	(100%)

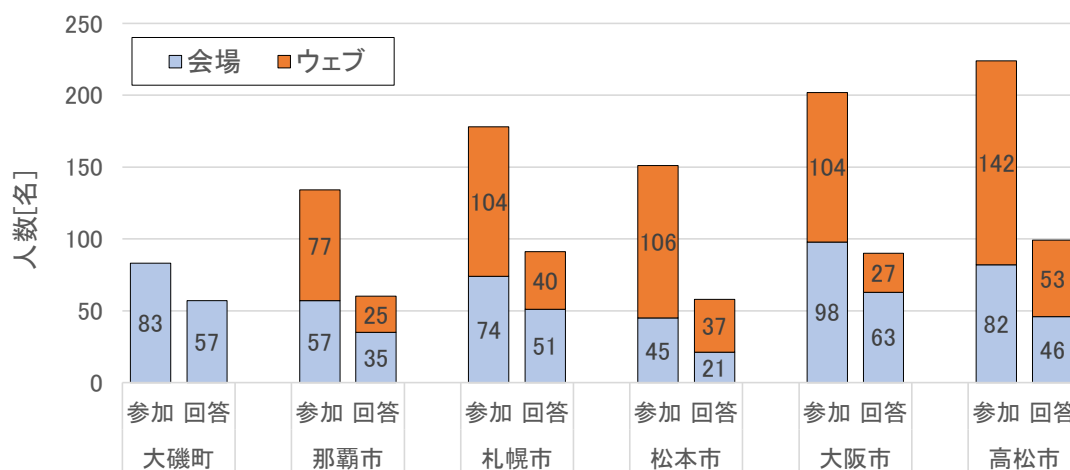


(3) アンケート回収結果

アンケートは、全会場の参加者（会場＋ウェブ）972名のうち455名分（46.8%）が回収できた。記述回答については、基本的に原文のまま取りまとめているが、明らかな誤字等は訂正するとともに分かり易さ等の観点から一部表現を修正した。

(a). 会場別

会場	参加数 [名]			アンケート回答数 [名]			アンケート回収率 [C=B/A]
	会場	ウェブ	計[A]	会場	ウェブ	計[B]	
大磯町	83	-	83	57	-	57	68.7%
那覇市	57	77	134	35	25	60	44.8%
札幌市	74	104	178	51	40	91	51.1%
松本市	45	106	151	21	37	58	38.4%
大阪市	98	104	202	63	27	90	44.6%
高松市	82	142	224	46	53	99	44.2%
合計	439	533	972	273	182	455	46.8%

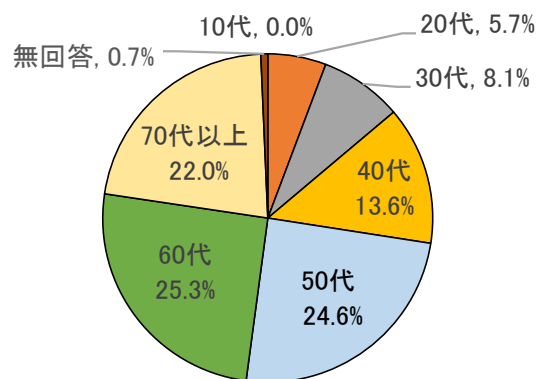


(b). 参加形態別

参加方法	参加者数	アンケート回答者数	アンケート回収率
会場	439 名	273 名	62.2%
ウェブ	533 名	182 名	34.1%
合計	972 名	455 名	46.8%
【参考】昨年度(会場のみ)	459 名	327 名	71.2%

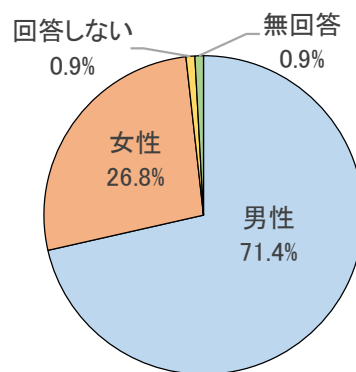
(c). 参加者属性

(c-1). 年齢



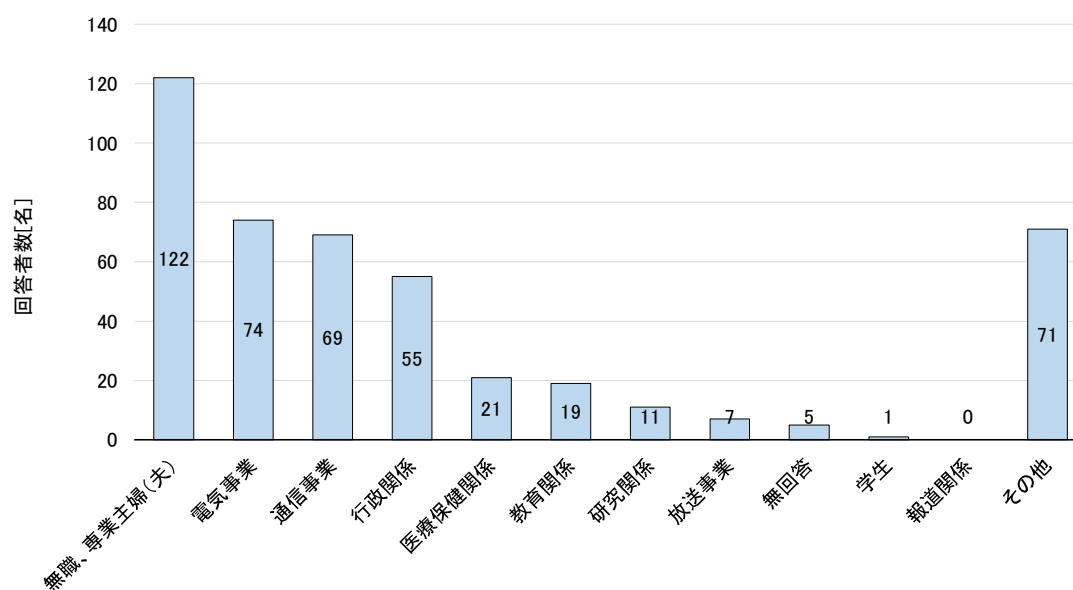
年 代	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代 以上	無回答	合 計
回答者数	0 名	26 名	37 名	62 名	112 名	115 名	100 名	3 名	455 名
比 率	0.0%	5.7%	8.1%	13.6%	24.6%	25.3%	22.0%	0.7%	100%

(c-2). 性別



性 別	男 性	女 性	回答しない	無回答	合 計
回答者数	325 名	122 名	4 名	4 名	455 名
比 率	71.4%	26.8%	0.9%	0.9%	100%

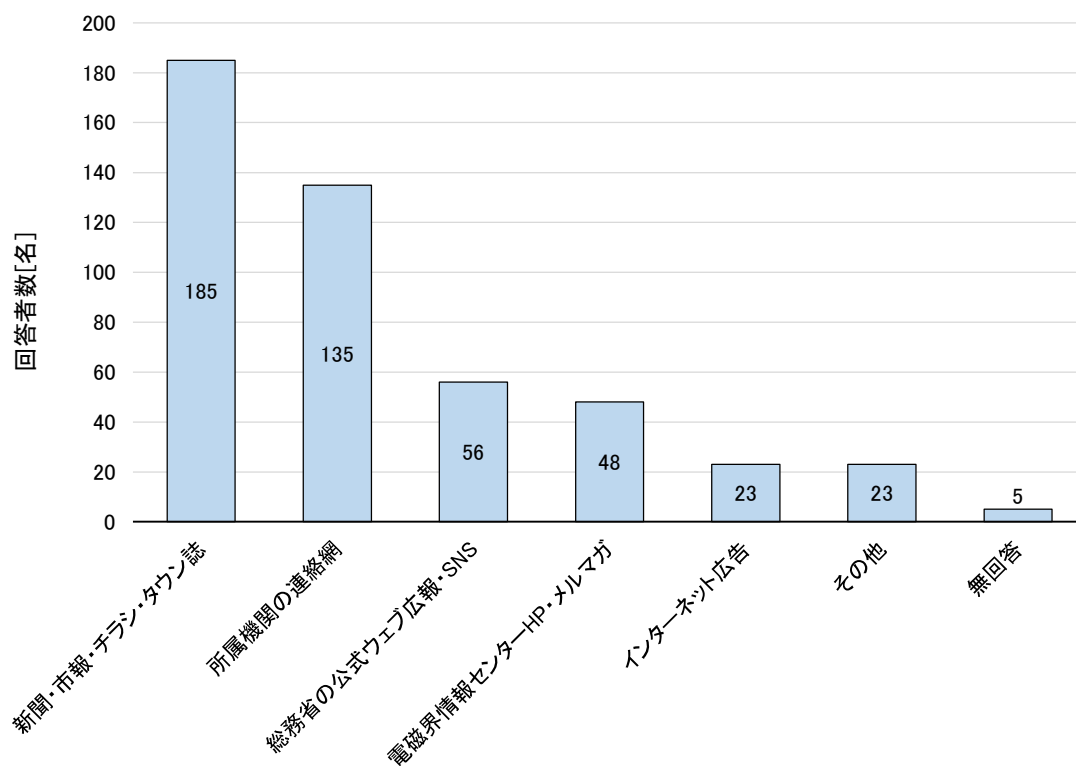
(c-3). 職業別



業 種	回答者数	比 率
無職、専業主婦（夫）	122 名	26. 8%
電気事業	74 名	16. 3%
通信事業	69 名	15. 2%
行政関係	55 名	12. 1%
医療保健関係	21 名	4. 6%
教育関係	19 名	4. 2%
研究関係	11 名	2. 4%
放送事業	7 名	1. 5%
無回答	5 名	1. 1%
学生	1 名	0. 2%
報道関係	0 名	0. 0%
その他	71 名	15. 6%
合 計	455 名	100%

(d)．個別回答結果

(d-1)．本講演会の開催を何で知りましたか？【複数回答可】



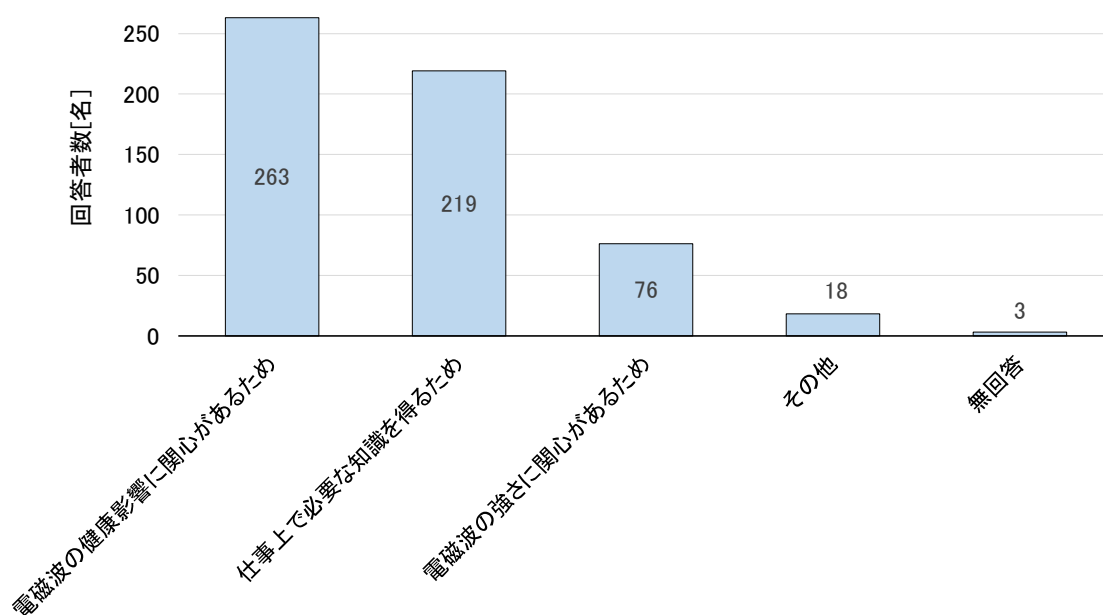
講演会開催の情報源	回答数	選択率※
新聞・市報・チラシ・タウン誌	185 件	40.7%
所属機関の連絡網	135 件	29.7%
総務省の公式ウェブ広報・SNS	56 件	12.3%
電磁界情報センターHP・メルマガ	48 件	10.5%
インターネット広告	23 件	5.1%
その他	23 件	5.1%
無回答	5 件	1.1%

※選択率は回答者数 455 名に対する割合

[その他への主な記載事項]

- ・知人、友人からの紹介
- ・自らの情報収集 など

(d-2). 本講演会に参加した理由は何ですか？【複数回答可】



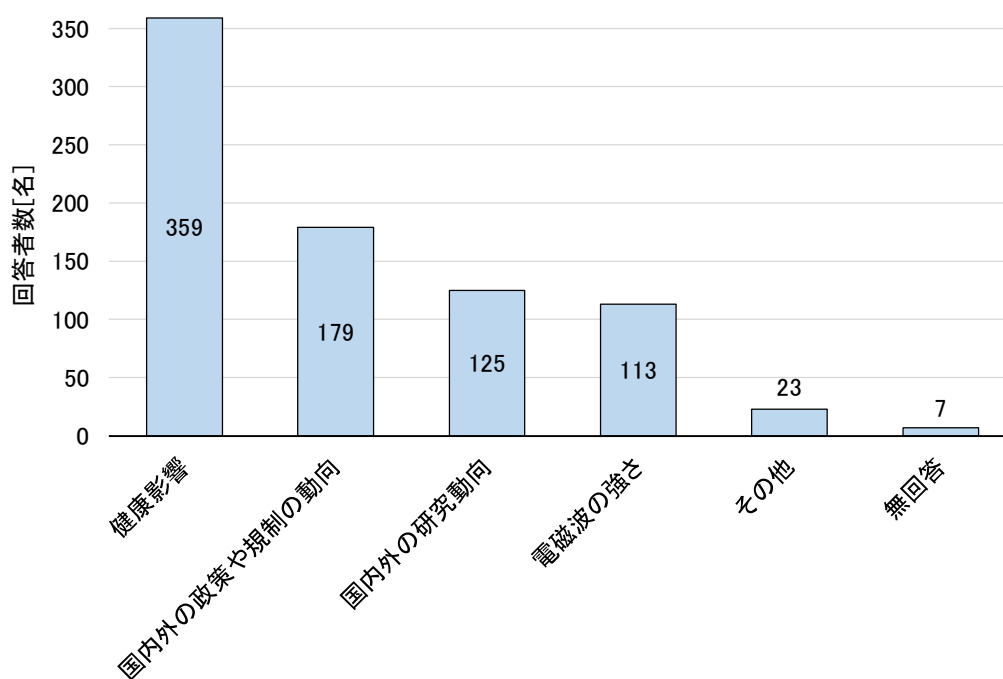
講演会への参加理由	回答数	選択率※
電磁波の健康影響に関心があるため	263 件	57.8%
仕事上で必要な知識を得るため	219 件	48.1%
電磁波の強さに関心があるため	76 件	16.7%
その他	18 件	4.0%
無回答	3 件	0.7%

※選択率は回答者数 455 名に対する割合

[その他への主な記載事項]

- ・経済産業省や総務省の取組みを知りたい
- ・知人に電磁過敏症の人がいる
- ・自らが電磁過敏症である など

(d-3). 電磁波について、特に関心があることは何ですか？【複数回答可】



電磁波の関心事項	回答数	選択率※
健康影響	359 件	78.9%
国内外の政策や規制の動向	179 件	39.3%
国内外の研究動向	125 件	27.5%
電磁波の強さ	113 件	24.8%
その他	23 件	5.1%
無回答	7 件	1.5%

※選択率は回答者数 455 名に対する割合

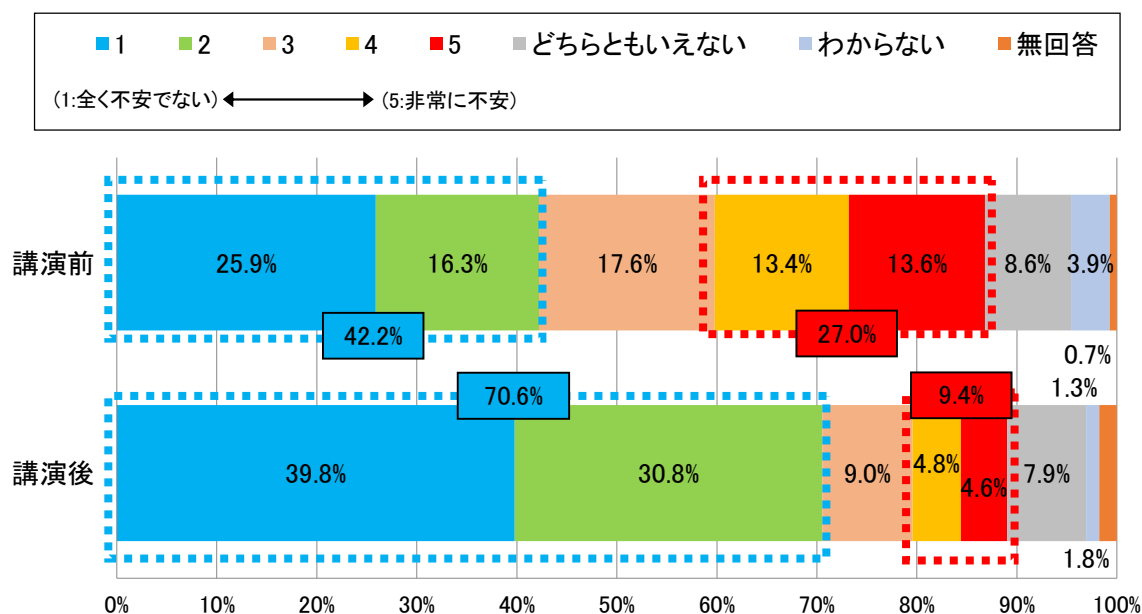
[その他への記載事項]

- ・ペースメーカーが受ける影響
- ・スマートメーターからの電磁波の影響
- ・電磁過敏症を治す方法
- ・電磁波の影響を受けない方法 など

(e)．講演会への参加結果

(e-1)．電磁波の健康影響についての不安は、講演前後で変わりましたか？

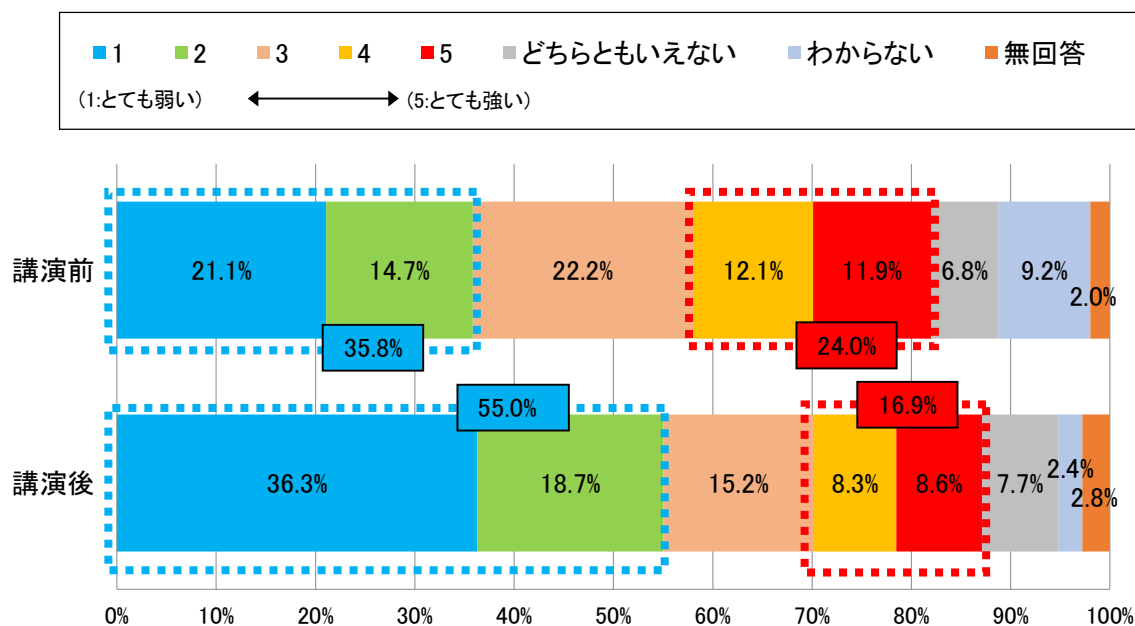
電磁波の健康影響について不安と回答した参加者は、講演前の 27.0%から講演後に 9.4%に 17.6 ポイント減少した。不安ではないと回答した参加者は、講演前の 42.2%から講演後に 70.6%に 28.4 ポイント増加した。



電磁波の 健康影響の不安	講演前		講演後	
	回答者数	比率	回答者数	比率
1 全く不安でない	118 名	25.9%	181 名	39.8%
2	74 名	16.3%	140 名	30.8%
3	80 名	17.6%	41 名	9.0%
4	61 名	13.4%	22 名	4.8%
5 非常に不安	62 名	13.6%	21 名	4.6%
どちらともいえない	39 名	8.6%	36 名	7.9%
わからない	18 名	3.9%	6 名	1.3%
無回答	3 名	0.7%	8 名	1.8%
合 計	455 名	100%	455 名	100%

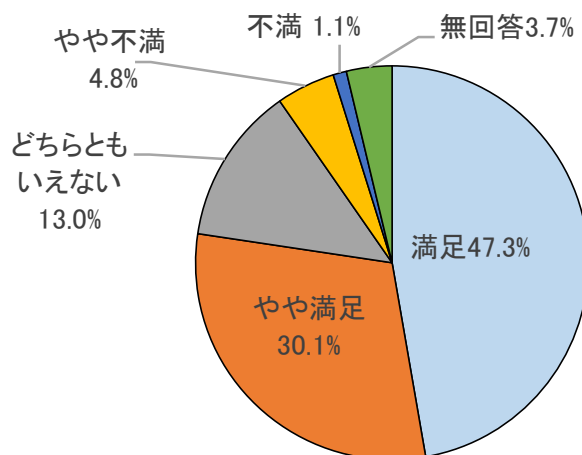
(e-2). 日常生活での電磁波の強さについての認識は、講演前後で変わりましたか？

日常生活での電磁波の強さに対する認識について、強いと回答した参加者は、講演前の24.0%から講演後に16.9%に7.1ポイント減少した。弱いと回答した参加者は、講演前の35.8%から講演後に55.0%に19.2ポイント増加した。



日常生活での電磁波の強さについて認識	講演前		講演後	
	回答者数	比率	回答者数	比率
1 とても弱い	96 名	21.1%	165 名	36.3%
2	67 名	14.7%	85 名	18.7%
3	101 名	22.2%	69 名	15.2%
4	55 名	12.1%	38 名	8.3%
5 とても強い	54 名	11.9%	39 名	8.6%
どちらともいえない	31 名	6.8%	35 名	7.7%
わからない	42 名	9.2%	11 名	2.4%
無回答	9 名	2.0%	13 名	2.8%
合 計	455 名	100%	455 名	100%

(e-3). 講演会の満足度はいかがですか？

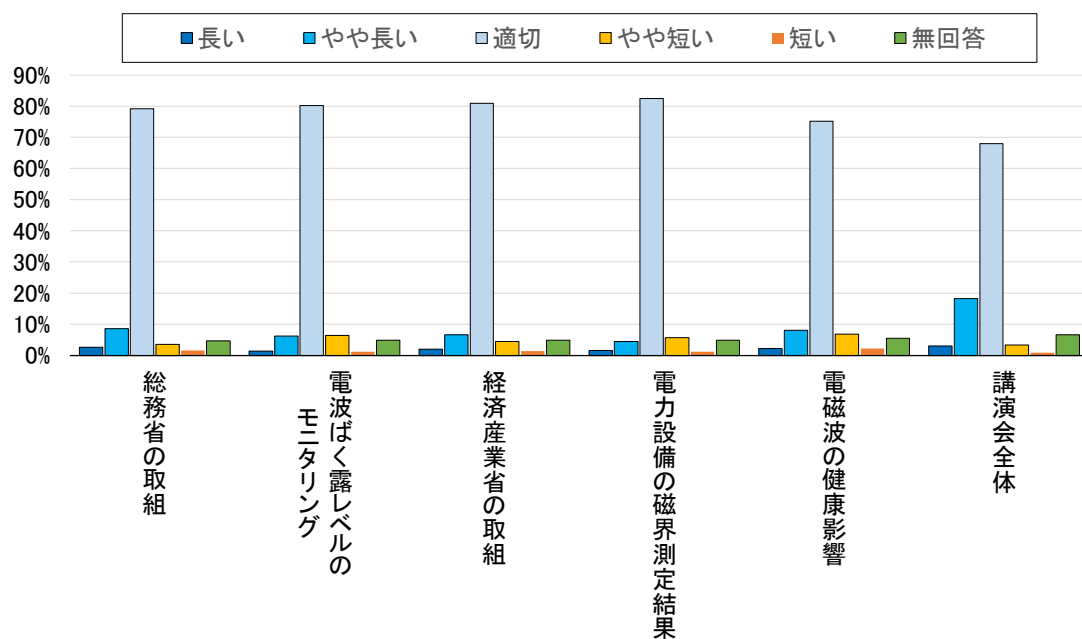


講演会の満足度	回答者数	比率
満足	215 名	47.3%
やや満足	137 名	30.1%
どちらともいえない	59 名	13.0%
やや不満	22 名	4.8%
不満	5 名	1.1%
無回答	17 名	3.7%
合 計	455 名	100%

[理由などの記載事項]

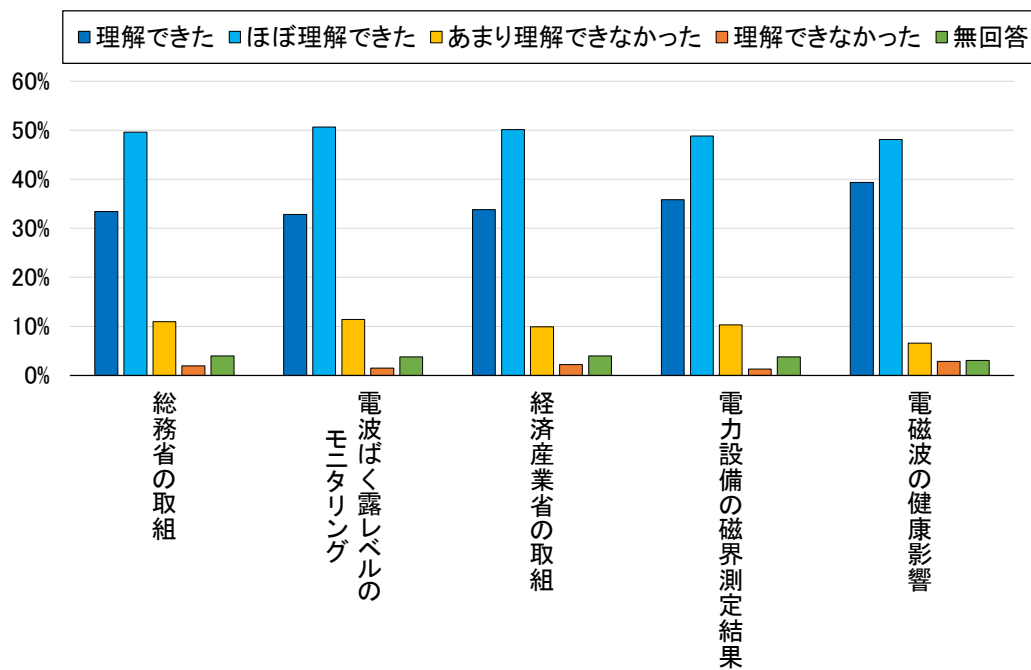
- ・ 研究動向など新しい情報が得られたことはよかった
- ・ 信頼おける機関からのデータに基づく研究結果からの説明で説得力があった
- ・ 漠然とした不安を持ち続けていたが解消できた
- ・ 多くの質疑応答が聴講できた
- ・ 専門的な内容が難しかった
- ・ 実際に健康影響を感じている人がいるにも関わらず否定しきっている
- ・ 健康影響がないということには、まだ疑問を感じる など

(e-4). 講演会についてどう感じましたか？



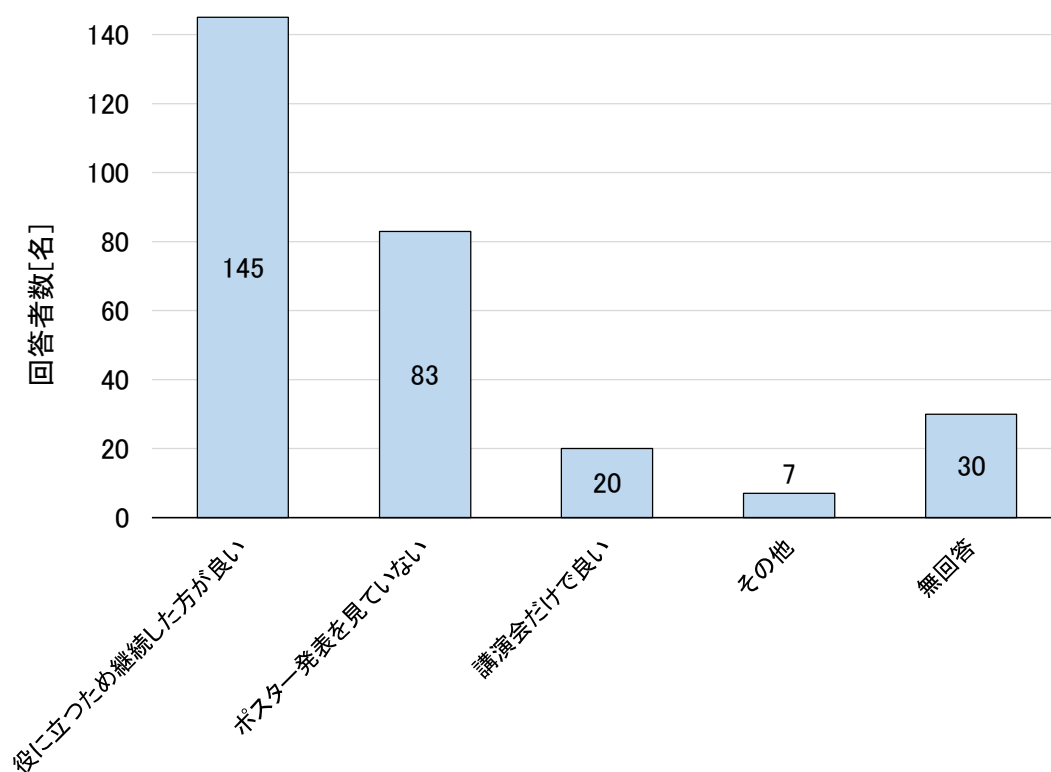
講演	長い		やや長い		適切		やや短い		短い		無回答	
	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率
総務省の取組	12	2.6%	39	8.6%	360	79.1%	16	3.5%	7	1.6%	21	4.6%
電波ばく露レベル のモニタリング	6	1.3%	28	6.2%	365	80.2%	29	6.4%	5	1.1%	22	4.8%
経済産業省の取組	9	2.0%	30	6.6%	368	80.9%	20	4.4%	6	1.3%	22	4.8%
電力設備の 磁界測定結果	7	1.6%	20	4.4%	375	82.4%	26	5.7%	5	1.1%	22	4.8%
電磁波の健康影響	10	2.2%	37	8.1%	342	75.2%	31	6.8%	10	2.2%	25	5.5%
講演会全体	14	3.1%	83	18.2%	309	67.9%	15	3.3%	4	0.9%	30	6.6%

(e-5). 講演内容



講演者	理解できた		ほぼ理解できた		あまり理解できなかった		理解できなかった		無回答	
	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率
総務省の取組	152	33.4%	226	49.6%	50	11.0%	9	2.0%	18	4.0%
電波ばく露レベルのモニタリング	149	32.8%	230	50.6%	52	11.4%	7	1.5%	17	3.7%
経済産業省の取組	154	33.8%	228	50.1%	45	9.9%	10	2.2%	18	4.0%
電力設備の磁界測定結果	163	35.8%	222	48.8%	47	10.3%	6	1.3%	17	3.8%
電磁波の健康影響	179	39.3%	219	48.1%	30	6.6%	13	2.9%	14	3.1%
合 計	797	35.0%	1,125	49.5%	224	9.8%	45	2.0%	84	3.7%

(e-6). 電磁波測定に関するポスター発表の感想 【複数回答可】



ポスター発表の感想	回答数	選択率※
役に立つため継続した方が良い	145 名	53.1%
ポスター発表を見ていない	83 名	30.4%
講演会だけで良い	20 名	7.3%
その他	7 名	2.6%
無回答	30 名	11.0%

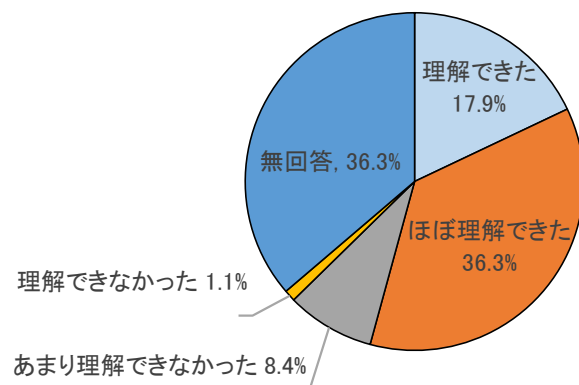
※選択率は回答者数（会場参加）273 名に対する割合

[その他の記載事項]

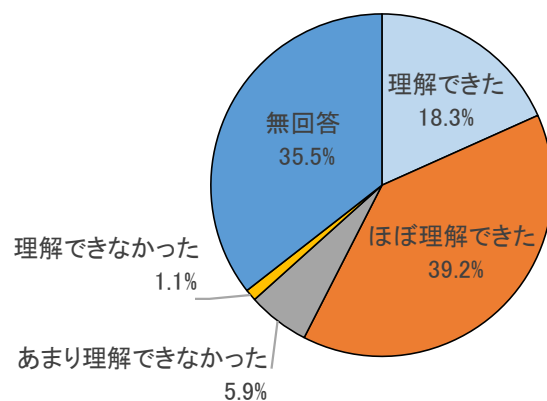
- ・測定が体験できて良かった
- ・出入口だったので立ち止まって見にくかった など

(e-7). ポスター発表を見た人の理解

(e-7-1). 電波ばく露レベルのモニタリング

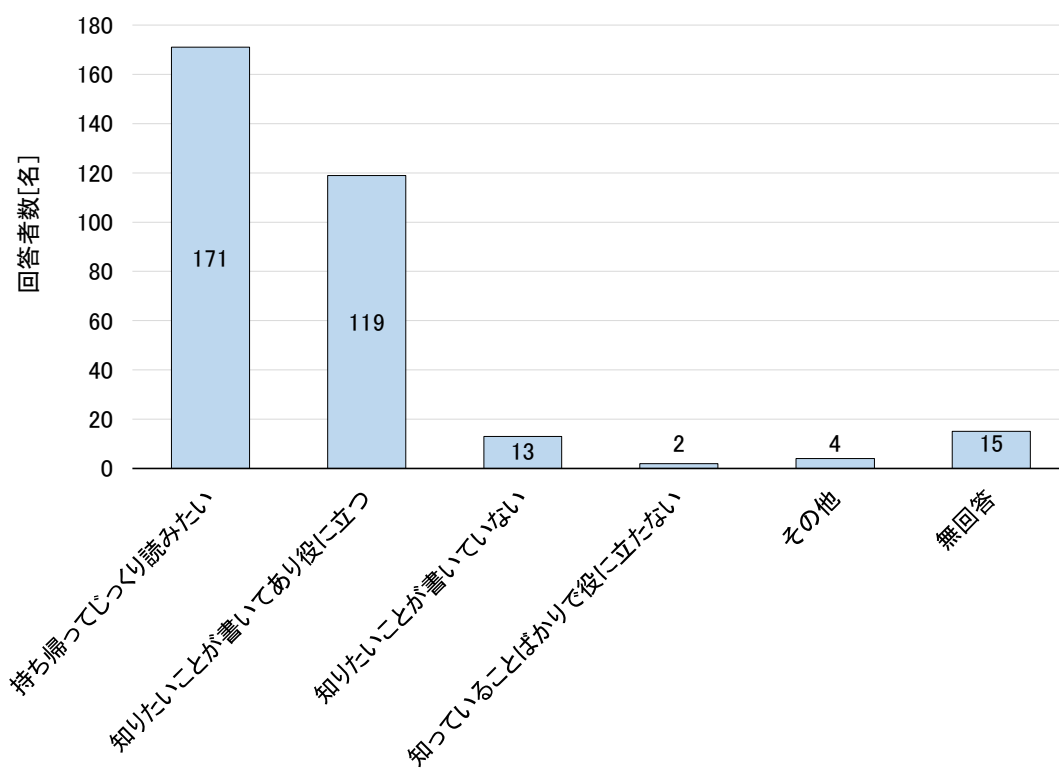


(e-7-2). 身のまわりの磁界測定結果



ポスターテーマ	理解できた		ほぼ理解できた		あまり理解できなかった		理解できなかった		無回答	
	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率	回答数 [名]	比率
電波ばく露レベルのモニタリング	49	17.9%	99	36.3%	23	8.4%	3	1.1%	99	36.3%
身のまわりの磁界測定結果	50	18.3%	107	39.2%	16	5.9%	3	1.1%	97	35.5%

(e-8)．本日配布の電磁波に関するパンフレットの感想を教えてください。【複数回答可】



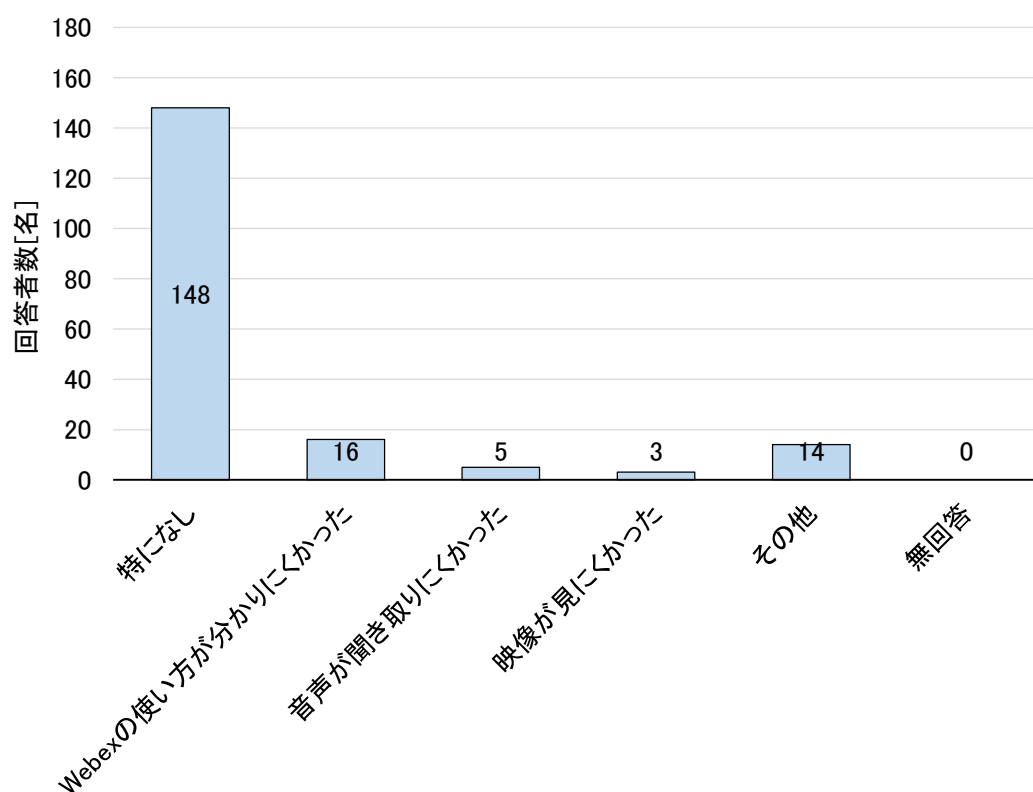
配布パンフレットの感想	回答数	選択率※
持ち帰ってじっくり読みたい	171 件	62.6%
知りたいことが書いてあり役に立つ	119 件	43.6%
知りたいことが書いていない	13 件	4.8%
知っていることばかりで役に立たない	2 件	0.7%
その他	4 件	1.5%
無回答	15 件	5.5%

※選択率は回答者数（会場参加）273 名に対する割合

[その他の記載事項]

- ・ファクトシートが役立った
- ・電磁波リスクの回避に関する説明がない など

(e-9). ウェブで講演会に参加された方で、何か気になる点がありましたか？【複数回答可】



ウェブ配信の感想	回答数	選択率※
特になし	148 件	81.3%
webex の使い方が分かりにくかった	16 件	8.8%
音声聞き取りにくかった	5 件	2.7%
映像が見にくかった	3 件	1.6%
その他	14 件	7.7%
無回答	0 件	0.0%

※選択率は回答者数（ウェブ参加）182 名に対する割合

[その他の記載事項]

- ・途中で接続が途切れることがあった
- ・webex の操作方法が分かりにくいため、事前の説明が必要と感じた
- ・終了後アンケートへの移行が分かりにくかった など

(e-10). 自由記入欄の意見

主なものは以下のとおり。

- ・ 電磁波について、より深く理解できた。家に帰り冊子をよく読んで、更に理解し地域の人達にも周知していきたい。
- ・ 本講演会を受け、健康被害に対する噂話には、根拠がないと知り安心した。
- ・ 国民に誤解なく正しい知識が浸透するように、今後も継続的にこのような講演会を開催していただきたい。
- ・ 総務省、経済産業省共催による講演会は良いと思う。引き続きこのような講演会を行っていただきたい。
- ・ 厚生労働省も交えた講演会を希望する。
- ・ 電磁波の影響に関しては、未だにグレーだと理解した。継続して関心を持っていきたい。公平に国民が知ることができる情報提供をお願いしたい。
- ・ 当日質問の質疑応答についても、資料化または動画で公開して欲しい。
- ・ 講演会が一般向けであれば、もう少し分かりやすいものにして欲しい。
- ・ 専門用語がたくさん出てくるので、予稿集の最後等に整理して欲しい。
- ・ 電力設備の磁界は、設備の負荷率で変動すると理解するが、長期間モニタリングや設備の最大負荷時の磁束密度換算は行われているのかを知りたかった。
- ・ ガスや電気のメーターがスマートメーターと変化していく中で、日本中スマートメーターへ取り替えられた場合の情報、実証や実測結果等があれば知りたかった。
- ・ 身近な家電製品や電気自動車についてももう少し知りたかった。
- ・ 講演では測定値のみの話であり、例えば実際に送電線の近くに住んでいる人の意見やアンケートもしないと影響があるかどうかはわからないと思う。
- ・ 科学的には安全としても、市民が安心と感じられるように伝わるのはなかなか難しく、伝わっていないのではないかと思う。
- ・ 身近な電磁波に関して不安に思う人が多数いる。国として方針や研究結果をより多く国民に周知して欲しい。
- ・ 電磁波の影響を受けて日々苦しんで生活を送っている人がいる事に目を向けて、解決のための研究や取組みにも力を注いでもらいたい。

2. 2. 7 開催結果の考察

(1) 参加者数について

- ・ 申込数は6会場合計で1,341名（平均224名）、参加数は972名（平均162名）であった。昨年度は全て会場開催のみであるが、5会場合計の申込数が573名（平均115名）、参加数は459名（平均92名）であり、今年度の申込数と参加数が大きく増加した。
- ・ ただし、会場参加の平均申込数は、昨年度の115名から95名に減少した。ハイブリッド開催に伴い、自宅や職場から接続可能なウェブ参加が選択されたと推察される。

(2) 質問事項の集約結果について

- ・ 質問数は6会場で合計336件（平均56件）であった。昨年度は5会場で合計182件（平均36件）であり、申込数の増加に伴い質問数も増加した。
- ・ 発生源は、携帯電話が76件(18.2%)で最も多く、次いで携帯電話基地局・Wi-Fiが48件(11.5%)、家電製品が44件(10.5%)、送電線・変電所・配電線が36件(8.6%)、電子レンジが21件(5.0%)であった。
- ・ 送電線、変電所、配電線、発電設備、太陽光・風力発電、スマートメーターの電力設備関連の質問は、57件(13.6%)であった。電力設備関連と低周波電磁界を発生する家電製品（44件、10.5%）を合わせると101件(24.1%)であり、昨年度の同項目の合計46件(25.4%)と同程度の割合であった。
- ・ 携帯電話、携帯電話基地局・Wi-Fiに関する質問は、124件(29.7%)であり、総務省との共催に伴い、昨年度の38件(20.9%)から増加した。
- ・ 質問内容は、健康影響が227件(54.6%)で最も多く、次いで電磁波防護対策が57件(13.7%)、ばく露レベル・モニタリング27件(6.5%)、規制・ガイドライン26件(6.3%)であった。

(3) アンケートについて

- ・ アンケートは、全参加者972名のうち455名（46.8%）から回収できた。参加形態別の回収率は、会場参加が62.2%、ウェブ参加が34.1%であった。
- ・ 参加者の年齢層は、60代が25.3%、70代以上が22.0%であり、60代以上が約半数であり、50代が24.6%、40代以下が27.4%であった。現地開催のみであった昨年度は7割以上が60代以上であり、参加年齢層は若くなった。
- ・ 性別は男性が71.4%、女性が26.8%であり、男性の割合が高い。

- ・ 職業は、無職、専業主婦（夫）が 26.8%で最も多く、電気事業（16.3%）、通信事業（15.2%）の事業者が合わせて 31.5%、行政が 12.1%であり、電気及び通信事業者及び行政における本講演会への関心の高さが表れている。
- ・ 講演会の開催情報を知った媒体は、新聞・市報・チラシ・タウン誌が 40.7%で最も多く、次いで所属機関の連絡網が 29.7%、総務省の公式ウェブ広報・SNS が 12.3%、電磁界情報センターHP・メルマガが 10.5%、インターネット広告が 5.1%であった。ウェブ参加者のアンケート回答率が低いことを考慮する必要があるが、少なくとも今回の紙媒体の情宣効果は高かったと言える。
- ・ 「電磁波の健康影響に不安を感じる人」は、講演前後で 27.0%から 9.4%に 17.6 ポイントの減少し、「不安を感じない人」は、42.2%から 70.6%に 28.4 ポイント増加しており、本講演会はリスク認知の軽減に大きな効果があったことが分かる。
- ・ 「日常生活の電磁波の強さ」について、強いと考える人は講演前後で 24.0%から 16.9%に 7.1 ポイント減少し、弱いと考える人は 35.8%から 55.0%に 19.2 ポイント増加しており、本講演会は身のまわりの電磁波の強さについて参加者に分かり易く情報を提供できたと言える。
- ・ 講演会の満足度について、「満足」と「やや満足」が合わせて 77.4%であり、講演会は効果的であったと考える。一方、自由記載には「専門的な内容が難しい」といった意見もあった。
- ・ 講演時間について、約 7 割が適切と回答し、また講演内容については、約 8 割が「理解できた」または「ほぼ理解できた」と回答しており、講演会の構成に大きな問題はなかったと考える。
- ・ ポスター発表について、53.1%が「役に立つため継続した方が良い」と回答した。また、約 6 割が「理解できた」または「ほぼ理解できた」と回答しており、ポスター発表は一定の効果があったと考える。
- ・ パンフレット等の配布資料については、43.6%が「役に立つ」と回答し、また 62.6%が「持ち帰ってじっくり読みたい」と回答しており、大きな問題はなかったと考える。

以 上

2. 3 ホームページ及びパンフレット「電磁界と健康」の作成及び改訂

2. 3. 1 パンフレット「電磁界と健康」の改訂

パンフレット「電磁界と健康」改訂第 21 版（令和 5 年度版）は、改訂第 20 版（令和 4 年度版）以降に電磁界研究および規制動向において反映すべき大きなトピックがなかったため、国際がん研究機関（IARC）による発がんハザード分類数及び各種ウェブページ URL の更新、身のまわりの磁界の強さに関するグラフへの地中送電線のデータ追加等の比較的軽微な情報更新を大久保千代次（電磁界情報センター）監修のもと行い発行した。

2. 3. 2 ホームページ「電磁界と健康」の改訂

2. 3. 1 パンフレット改訂（改訂第 21 版）に対応して、経済産業省ホームページ「電磁界と健康」の改訂データを作成した。（資料 2）

2. 4 次年度事業への提言

次年度事業への提言は次のとおり。

(1) 国内外における電磁界に関する研究動向・規制動向調査

- ・依然として、国内外において電磁界の健康影響に関する研究が実施されており、引き続き研究のテーマや成果の把握に努めることが必要である。
- ・諸外国の規制動向等についても、研究動向と合わせ最新情報の収集が必要である。変化があった場合、特に現地の運用状況等の詳細情報を得るには、現地調査による直接ヒアリングが望ましい。

(2) 海外調査

- ・講演会においては、スマートメーターから発生する電磁波の健康影響についても関心が高く、今後も関心が高まることが予想されるため、諸外国の対応状況についても調査しておくことが望ましい。
- ・直流送電設備から発生する静磁界の健康影響や生態影響についての関心が今後高まることが予想されるため、直流送電設備が増加している欧州における状況などを調査しておくことが望ましい。

(3) 講演会の開催

(開催時期)

- ・今年度は9月中旬に受託契約したが、初回講演会(11/17、大磯)までの期間が短く、また既に会場施設の予約が多数入っており、利用可能日が極めて少ない状況であり、アクセスや客席数、通信環境等の施設条件や講演者の日程都合に合う会場確保に苦労した。初回講演会までには、会場確保以外にも以下のような業務があり、それぞれ期間を必要とする。

- 後援名義使用申請(事前調整、申請、承認): 約1ヶ月
- チラシDM(チラシ作成・印刷、DMリスト作成、約1ヶ月前に発送): 約2ヶ月
- 紙媒体情宣(出稿媒体の選定、約1ヶ月前に新聞等に広告掲載): 約2ヶ月
- 参加申込ホームページ開設(情宣に合わせて約1.5ヶ月前には開設完了、参加募集期間は1ヶ月以上必要): 約2.5ヶ月

例えば、「講演会日程の調整・確定」、「名義後援使用申請・承認」、「チラシ(後援名義を記載あり)の印刷発注」は、記載順の前工程が完了しないと次工程に進むことができない。このような工程上の事情を考慮すると、初回講演会までは標準的に3ヶ月を確保することが望ましい。

また、今年度は講演会の開催間隔が 2 週であったが、資機材の片付けと次回分の梱包発送、平均 56 件の事前質問への対応の業務量を考慮すると 3 週間隔が望ましい。仮に次年度も 6 回開催する場合、受託契約から最終回の講演会（2 月中旬と想定）までの期間は、初回講演会までの期間 3 ヶ月と開催間隔 4 ヶ月（3 週×5 間隔＋年末年始等）の計 7 ヶ月程度を確保するため、次年度は契約時期を早めて 7 月上旬までに受託契約を締結するスケジュールが好ましい。

（ポスター発表）

- ・今年度は情報通信研究機構と電磁界情報センターの提案でポスター発表を実施した。電磁界情報センターは家電製品から発生する磁界の測定体験も実施した。アンケートでは約半数が「ポスター発表は役に立つため継続した方が良い」と回答した。また、ポスター説明者からも参加者から直接質問を受けて回答することができ良かったとの感想があった。このため、ポスター発表は継続実施とし、次年度は仕様書への反映が望ましい。

（電磁界の健康影響に関する講演会）

- ・今年度の講演会の参加数は、新型コロナウイルス感染症に係わる行動制限解除や総務省との共催、ウェブ参加の導入により、昨年度と比較して約 2 倍となった。健康影響に関する質問件数も多く、国民の電磁界と健康影響に対する関心は依然として高い水準にあると考えられる。電磁界の健康影響に関する利害関係者のリスク認知のギャップを埋めるため、今後も総務省と連携の上、最新情報を反映しながら講演会の開催を継続する必要があると考える。

（3）ホームページ及びパンフレット「電磁界と健康」の作成及び改訂について

- ・電磁界の健康影響に関する利害関係者のリスク認知のギャップをなくす重要なツールであるため、今後も最新情報を反映し改訂していく必要がある。一方で、ここ 10 年では商用周波電磁界に関する大きな情報更新はなく、近年の改訂内容は IARC の発がんハザード分類数や磁界測定結果の更新等以外は表現見直しのみである。これまでの編集実績を考慮すると記述内容が十分に成熟していることから、今年度は昨年度と同様に事務局で IARC の発がんハザード分類数等の軽微な見直しを行い、大久保千代次（電磁界情報センター）が監修を行う改訂方針とした。次年度においても、同様の改訂方針を採用すること合理的と考える。

以 上

別紙 1

電磁界の健康影響に関する講演会

質疑応答

大磯会場における質疑応答の内容及び回答者

当日質問は時間の都合上、後日電磁界情報センターが電話で回答した。

(事前質問)

資料４のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	講演会の開催場所 ・ 何故、大磯で講演会を開催したのですか。他の都市でもよかったのではないのでしょうか。	電磁界情報センターは開催地の選定理由を把握していません。このような電磁波の健康影響に関する講演会等は 15 年以上前から全国各地を回って開催されています。	電磁界情報センター
	携帯電話等の電磁波 ・ 携帯電話基地局が自宅の近くに建っています。当該事業者と携帯電話を契約すると電磁波の影響は強くなりますか。	携帯電話基地局は、一般的に携帯電話契約とは関係なく常に電波を送信しています。	
2	・ 携帯電話基地局からの距離が近いと電磁波は強くなりますか。	携帯電話基地局からの電波は指向性を持たせて送信されており、基地局に近い場所の電磁波が必ずしも強いとは限りません。	
	・ 携帯キャリアの各社が電波防護指針の規制値を守っていても、各社が携帯電話基地局を設置することで電波のホットスポットが発生しませんか。	各社で使用する電波の周波数は異なり、また無線通信の電波は正弦波ではなく変調されているため、単純に何倍にも足し合わされることはありません。また、携帯電話基地局の電波の強さは、最大値でも規制値の 1/100 程度と小さいため、仮に重畳しても大きな値にはなりません。	
	・ 携帯電話の電波を測定する際の人体への影響を測る単位は「V/m」で良いですか。また、測定できる機器を教えてください。	高周波電磁界の電力束密度 (mW/cm ²) は、電界強度 (V/m) ² ÷ 3,770 で計算できるため、測定の単位は電界強度の「V/m」で良いです。国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、「NICT」という）が使用した測定器による電波の測定には専門知識が必要とされるため、一般の方が正しい電波の強さを測定することは難しいと思われます。	

No.	質問	回答の骨子	回答者
3	アマチュア無線の電磁波	アマチュア無線も電波防護指針が適用され、その電波の強さは規制値以下で運用されていることから、健康に影響を及ぼすことはありません。固定電話（光電話）へのノイズがアマチュア無線や盗聴器によるものとは考えにくいです。	電磁界情報センター
	・ 隣家がアマチュア無線を利用していますが、健康影響はありますか。また、電話にノイズが入ることがありますが、盗聴器や無線による影響でしょうか。		
4	新しい Wi-Fi 規格	個々の製品について把握していないため、総務省ウェブサイトで公開している技術基準適合証明で機器情報を確認して下さい。	
	・ Wi-Fi 6E も使用可能になっていますか。		
5	予稿集の記載	予稿集 P. 21 の 6 スライド測定概要にある都市、市街及び郊外における携帯電話基地局からの電波の強さを測定したデータです。	
	・ 予稿集 P. 22 の 8 スライドに記載している都市＞TV＞市街の都市及び郊外とは何のデータの意味ですか。		
	・ 予稿集 P. 43 に記載したパワーコンディショナの磁界測定方法を教えてください。	パワーコンディショナの磁界測定は、まず筐体の全ての面の表面を連続的に測定して最大の位置を確認し、その次にその位置から垂直方向に離すように測定しています。 資料の値は 20cm 離れた位置での測定値です。	
6	疫学調査	WHO のリスク評価では、文部科学省が実施したリスク上昇を報告した疫学研究結果も取り上げ、それも含めてリスク評価を行っています。 リスク評価では科学者が集まり、健康影響があるという報告、あるいは影響がない報告など数多く研究を対象に評価を行い、科学的に最も確からしいと考えられる結論を導き出しています。	
	・ 疫学調査は日本でも文部科学省が実施しており、この調査結果では電磁波の健康影響リスク上昇を報告しているが、この結果に触れないのは何故ですか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
7	電波の測定結果	NICT では、車（電測車）による測定だけではなく、住居内での電波の 1 日連続測定も実施し、最大でも規制値の 1/1,000 以下であることを確認しています。	電磁波情報センター
	車で電波測定をしているが、住宅地で 24 時間、近くの携帯電話等基地局から電波を浴びている方が心配ではないでしょうか。		
8	健康影響の相談窓口	電磁波の健康影響に関する問い合わせ窓口は、経経済産業省及び総務省のパンフレットに問い合わせ電話番号が記載されています。電磁界情報センターでもお問い合わせに対応しています。	
	電磁波の健康影響を訴える人からの相談窓口を作って欲しい。		

以 上

那覇会場における質疑応答の内容及び回答者

(事前質問)

資料４のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	工事用安全施設の設置	電波の強さが基準値を超える場所には、一般の人が容易に立入できないように安全施設が必要です。想定されている工事用足場の構造が不明ですが、足場は外柵ではないため、一般の立入を防止する別の安全施設が必要です。なお、足場上で作業する場合は、作業員への影響を考慮して停波した作業環境が好ましいと考えます。	総務省
	・ 通常立ち入れない場所の無線設備に工事用足場を設置する場合、当該足場は安全設備とみなされるでしょうか。		
2	電波ばく露レベル測定機器	総務省が電波の測定に使用している測定器は NARDA 製です。	
	・ 総務省が電波ばく露レベル測定に使用している測定器は NARDA 製でしょうか。		
3	携帯電話基地局の電磁波	携帯電話基地局は、電波防護指針に基づき設置されているため影響はありません。なお、NICT による電波ばく露レベルのモニタリング結果では最大で指針の 1/100 以下です。	
	・ 住宅の 3 階に携帯電話基地局があり、2 階と 1 階に居住していますが健康影響はないでしょうか。また、周辺の住宅地への影響はないでしょうか。		
4	静磁界の健康影響	静磁界に関する質問として回答します。生活環境では静磁界の国際ガイドライン値である 400mT を超えることはないため健康被害を考える必要はありません。	大久保千代次
	・ 磁気には健康被害は無いという認識で良いでしょうか。		
5	ガイドライン・基準値	電離放射線は電離作用により人の DNA を損傷させ、その影響が体に蓄積するため、基準値に時間の概念があります。一方、非電離放射線はエネルギーが弱く DNA を傷つけることも影響が体に蓄積することもないことから、時間的概念がありません。	
	・ 安全性の基準に時間の概念が無いようですが、長時間ばく露した場合の影響はないのでしょうか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
6	電磁波による音	電磁波は音が発生しないため、音の原因は他にあると考えます。	大久保千代次
	・ 階下から高音の電子音のような音が聞こえますが、電磁波の影響でしょうか。		
7	スマートメーター	電波レベルは電波防護指針以下であり、健康影響はありません。	
	・ スマートメーターの電磁波は影響があるのでしょうか。		
8	家電製品の電磁波	それらの家電製品は、全て同じ商用周波の電気を使用して動作します。	
	・ 電子レンジ、テレビ、冷蔵庫等から電磁波が発生しますが、元となる電気は同じなのでしょうか。		
9	イヤホン	イヤホンなどで使われている Bluetooth の電磁波は出力レベルが小さいため、影響はありません。なお、電磁波の影響ではありませんが、イヤホンを大音量で使用すると騒音性難聴になる可能性があります。	
	・ Bluetooth イヤホンは認知症など脳に影響を与えるのでしょうか。		
10	電磁過敏症	様々な症状が生じている人がいるのは事実です。しかし、電磁過敏症として電磁波ばく露が原因であるという科学的根拠がないため、明確な診断基準がありませんので、主観的には存在していると言えますが、客観的にはその存在は現在のところ確認されていません。	
	・ 電磁過敏症は存在するのでしょうか。		
11	医療応用	電磁波の健康影響に関する講演会であるため、医療応用や個別機器に関する回答は控えさせていただきます。	
	・ 電気治療器の磁界を測定したら、11.3μTでした。微弱であれば体に電気を流しても影響はないのでしょうか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
12	電磁界の健康影響	質問からは具体的にどのような影響を想定されているのか分からないため、後日電磁界情報センターに電話をお願いします。	大久保千代次
	・健康影響は電磁波以外のく別の影響があるのではないかという事を説明したいが、良い伝え方はないでしょうか。		

以 上

札幌会場における質疑応答の内容及び回答者

回答者が電磁界情報センターの当日質問は、後日電話で個別回答した。

(事前質問)

資料４のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	電力設備の磁界規制	各国の磁界規制値に $200\mu\text{T}$ と $100\mu\text{T}$ の差がある理由は、各国の規制導入時における国際ガイドラインである国際非電離放射線防護委員会が提唱するガイドライン値の違いです。 国際ガイドライン値は、1998 年版では $100\mu\text{T}$ であり、その後、計算技術の進歩等により 2010 年版で $200\mu\text{T}$ に見直しされています。 日本は、規制を導入した 2011 年時点のガイドライン値 $200\mu\text{T}$ を採用しています。一方で、2010 年以前に規制導入をした国では、当時のガイドライン値 $100\mu\text{T}$ が採用されています。	経済産業省
	・ 磁界規制について、日本は $200\mu\text{T}$ であり海外の $100\mu\text{T}$ よりも 2 倍高いのは何故でしょうか。		
2	電車・バス内での電磁波	電磁波は、窓等がない金属の箱の中であれば反射して理論上では増幅しますが、実際には電車やバスの車内では窓から外に漏れたり、人や椅子で吸収されるため増幅しません。 実際の電車内で混雑時、空席時等における電波測定を行っていますが、電波防護指針以下のレベルであることを確認しています。また、外部の基地局からの電波が受信されていることから、外部に漏れないということはないと考えます。	大西輝夫
	・ 地下鉄やバスの中では電磁波が外部に漏れず、反射して増幅すると考えます。研究はされていますか。		
3	高圧送電線の電磁波	送電線の下であっても国際ガイドラインよりも低い磁界レベルであり健康影響はありません。 なお、経済産業省は送電線下の磁界を測定した結果をパンフレットに記載していますが、最大でも $6\mu\text{T}$ 程度です。	大久保千代次
	・ 高圧送電線の周辺では、がんの発生率が高くなる等の健康影響がありますか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
4	新幹線の電磁波	送電線の真下であっても国際ガイドライン値よりも低い磁界レベルにあり、健康影響はありません。磁界は距離により減衰するため、送電線や新幹線から少しでも離れると磁界の強さは更に低くなります。	大久保千代次
	・ 新幹線延伸に関連する電力供給工事が近くで進められています。健康影響はありますか。		
5	WHO の見解	WHO のリスク評価は1度実施すれば終わりではなく、研究の蓄積や新たな研究成果があれば改めて評価を行う、という意味です。	
	・ WHO のメッセージにある「生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要がある」とは、具体的にはどのような意味でしょうか。		
6	アレルギーとの関係	WHO はファクトシートNo.322 で低周波電磁界がアレルギー等に影響しない旨を述べています。高周波電磁界については、WHO がリスク評価中であるため、その結果を待って下さい。	
	・ 電磁波はアレルギーの悪化に作用しますか。		
7	MRI の電磁波	MRI 検査装置は強い静磁界を使用するため、検査中に急に頭を動かすと磁界の影響でめまい等の症状が出る場合があります。ただし、一時的な症状であり装置を離れれば影響は無くなります。MRI は診断を目的とした医療行為であることから、使用に関してはご自身の判断です。詳しくは担当医師にご相談下さい。	
	・ MRI の電磁波による磁場酔いや健康影響について教えてください。		
8	電磁波の性質	電離放射線には強いエネルギーがあり、電離作用により人の DNA を損傷させるため、影響が体に蓄積します。一方、非電離放射線は、DNA を傷付けるほどのエネルギーを持たないため、蓄積しません。	
	・ 非電離放射線は体に蓄積されませんか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
9	ばく露モニタリング 磁界の測定は、毎年、同一箇所で行っていますか。	経済産業省のモニタリングは、毎年の講演会開催地で実施しているため、同一箇所での測定は行っていません。 NICT の電波ばく露モニタリングでは過去に測定したデータとの比較を数箇所実施しています。なお、定点観測として学校や病院を行う 24 時間測定も行う予定です。	大久保千代次
	電磁波で感じる音 - 普段、カチカチという音が聞こえます。電磁波の影響でしょうか。 - 耳に異音が聞こえ、体中ピリピリ感じます。電磁波の影響でしょうか。	電磁波からは音が発生しないため、音の原因は他にあると考えます。	

以 上

松本会場における質疑応答の内容及び回答者

(事前質問)

資料４のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	問合せ窓口 経済産業省が講演で民間組織である電磁界情報センターに相談をするよう発言したが、何故ですか。	講演では、経済産業省の電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書を受けた取組として電磁界情報センターが設立されたこと、また同センターが活動のひとつとして電話相談も行っていることを紹介したものです。	経済産業省
2	配電線からの電磁波 居室から約3mのところに200V配電線がありますが健康影響はありますか。また、AMラジオに雑音が入るのは配電線の影響でしょうか。	経済産業省事業で電磁界情報センターがこれまで測定した実績では、配電線の磁界は1μT程度であり健康影響が生じることはありません。なお、ラジオの雑音は様々な原因があるため、配電線の影響かどうかは不明です。	大久保千代次
3	住居内の電磁波 住居内の電磁界について、一戸建てと集合住宅とでは差がありますか。	電磁波の強さは、使用する家電製品や電気の使用量で差が出ますが、戸建てと集合住宅で差があることはありません。	
4	スマートフォン等の電磁波 - 睡眠中に枕元にスマートフォンを置くと健康影響はありますか。 - Wi-Fiは健康影響がありますか。	スマートフォンから発生する電波の強さは電波防護指針により規制されており、健康影響が発生しないと考えます。Wi-Fiも電波防護指針による規制値より低く、健康影響はないと思われます。	

No.	質問	回答の骨子	回答者
5	家電製品の電磁波	WHO はファクトシート等で、IH 調理器及び電子レンジが使用する電磁波について国際的なガイドラインを下回るばく露レベルであれば健康影響がないと述べています。これら製品の電磁波は、通常の使用状態ではガイドライン値以下の強さであるため問題ありません。	大久保千代次
	・ IH、電子レンジを使用中は離れていた方が良いですか。		
6	電磁波の測定	電磁波を測定できる会社等について把握していません。なお、低周波磁界の測定であれば、電磁界情報センターの測定器無料貸出サービス（送料は申込者負担）を利用いただけます。高周波については、測定器が高額であり、また測定には特殊な技術も必要なことから一般個人での正確な測定は困難です。	
	・ 電磁波を調べるには、どこに連絡すればよいですか。		
7	体内イオンへの影響	低周波磁界がイオンに影響することはあり得ますが、200 μ T 以下の低レベル磁界が影響することはないと思われます。	
	・ 低周波磁界の変化が体内のイオンに対し影響することが考えられるが、200 μ T 以下の磁界では影響がありますか。		
8	放射線の健康影響	低周波磁界における刺激作用とは神経刺激のことです。なお、放射線はエネルギーが強く、刺激作用どころか細胞自体を損傷させます。	
	・ 放射線の体内被曝（ α β γ 線）による刺激作用は無いのですか。また、電離作用が神経細胞内に影響しませんか。		
9	蓄熱式暖房の電磁波	個別機器の仕様が不明であり、詳細な回答はできませんが、通常の家電製品の範疇とすれば、強い電磁波が発生することはないと考えられます。	
	・ 深夜電力を利用した蓄電式暖房を使用しているが健康影響はありますか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
10	電磁過敏症 電磁過敏症のため、歯のインプラントに使用しているチタンを除去し体調は少し改善しました。しかし、携帯電話を近くで使用したり、長時間使用すると体調不良になります。講演会のデータは健全な方であれば影響がないということであり、全ての人が安全であるとは言えないと思いますが、いかがでしょうか。	WHO のファクトシートNo.296 では、電磁過敏症の症状を電磁界ばく露と結び付ける科学的根拠はないと結論付けられていますので、個別の症状に応じた専門医の受診をお願いします。 また、携帯電話について、WHO はファクトシートNo.193 で健康影響はないと述べています。なお、WHO は高周波電磁界のリスク評価中であるため、その結論も待って下さい。	大久保千代次

以 上

大阪会場における質疑応答の内容及び回答者

当日質問のうち、回答者が総務省の1件と回答者が電磁界情報センターの全ては、後日電話で個別回答した。

(事前質問)

資料4のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	電波の規制	規制値は、研究成果から人体に熱作用が生じるとされるばく露レベルに安全率を考慮して定められています。測定値は実際のばく露レベルを測定した結果ですので、規制値の安全率は十分に設けてあると言えます。	総務省
	・ 実際の測定値に対して、規制値の設定に安全率が過小な印象を受けるのですが、何故でしょうか。		
2	電磁波の規制	規制値は、大人と子供、体格、性別の差も考慮して安全率が設定されています。	
	・ 電磁波の長期ばく露については大人と子供で規制値に差が無くて良いのでしょうか。		
3	電磁波の特性	無線通信の電波は正弦波ではなく、変調波であるため、波形が完全に一致した状態で合成されることはなく、定在波が発生するとは考えにくいです。	
	・ 周波数が一定な短波を送信する際、定在波が生じ局所的に電波密度の高い場所が生じると考えられるが、影響はありませんか。		
4	携帯電話等の電磁波	各機器は出力以上の電波が出ない設計であり、仮に故障しても極端に大きな電波は発生しないと考えます。また、強い電波が発生しても安全率内に収まると考えます。	
	・ 基準を守った機器であっても、故障で強力な電磁波が発生して、健康影響が生じませんか。		

No.	質問	回答の骨子	回答者
5	電磁波の規制	局所吸収指針は携帯電話等の人体周辺で使用される無線設備を評価するため、後から追加された指針です。現行の電波防護指針は、電磁界強度指針、補助指針、局所吸収指針で構成されています。	総務省 (後日電話回答)
	・電波防護指針は管理指針に電磁界強度指針と局所吸収指針がありますが、補助指針が局所吸収指針に変わったのですか。		
6	電磁波の健康影響	ご指摘のとおり長期的な調査は必要と考えます。ただし、長期的な調査には研究体制整備や資金が必要ですので、簡単には実施できませんが、総務省では継続的に調査しています。	大久保千代次
	・電磁波の健康影響は、長期的な調査が必要ではないでしょうか。		
7	MRI の電磁波	MRI は強い静磁界を使用するため急に頭を動かすと目まいがすることがありますが、一時的な症状であり、その場から離れれば影響は無くなります。MRI は診断を目的とした医療行為であることから、使用に関してはご自身の判断です。詳しくは担当医師にご相談下さい。	
	・MRI の健康影響を教えてください。		
8	高圧送電線の電磁波	WHO はファクトシートNo.322 で、超低周波磁界は小児白血病と因果関係があると見なせるほど科学的証拠は強くなく、その他の健康影響は小児白血病よりはるかに低いと述べています。	電磁界情報センター
	・送電線の近くに住むと小児がんになるのでしょうか。		
8	・集合住宅 13 階に引越してから頭のふらつきが出るため病院に行ったが異常は無かった。また居間の畳の上にコンパスを置くと真逆の南を示します。磁気か電波が原因で体調不良になっているのでしょうか。	生活環境における電磁波の強さは国際ガイドライン以下であり、体調不良の原因であるとは考えられません。 コンパスの異常については近くに磁石等があり、それらが影響していると思います。	

No.	質問	回答の骨子	回答者
9	家電製品の電磁波	電動ベッドの磁界を測定したデータはありませんが、一般的な家電製品と同様なレベルの磁界が発生していると思います。電磁界情報センターの測定結果では、家電製品の磁界は国際ガイドラインよりも小さいため、健康影響があるとは考えられません。	電磁界情報センター
	・床ずれがあるため、電動介護ベッドの上にウォーターベッドを置いて使用しています。電磁波の健康影響はないのでしょうか。		

以 上

高松会場における質疑応答の内容及び回答者

(事前質問)

資料４のとおり。

(当日質問)

No.	質問	回答の骨子	回答者
1	電磁波の規制について 目が非常に強い電波にばく露されると白内障が起これることですが、目は頭部の他の箇所に比べて特別と感じます。目の局所曝露は頭部と同様の規制値(SAR 2W/kg)で良いのでしょうか？	規制値の閾値は、眼球を含めた頭部を対象に最も厳しい条件で安全側に定められており、人体に熱作用が生じるレベルに安全率を設けて定められています。	大久保千代次
	電磁波のばく露の規制値は厚生労働省の労働安全衛生法、及び規則にどのように反映されているか教えてください。	労働安全衛生法では電磁波ばく露の規制値は反映されていないと理解していますが、その詳細は不明ですので、厚生労働省に確認して下さい。	
	スウェーデンの規制値は $0.25\mu\text{T}$ であり、日本の $200\mu\text{T}$ は高すぎるのではないのでしょうか。	スウェーデンの規制値は、 $0.25\mu\text{T}$ ではなく $100\mu\text{T}$ (勧告)です。誤解ではないでしょうか。	
2	電磁波の健康影響について 低周波電磁界は $200\mu\text{T}$ 以下であれば長期的にばく露されても問題ないということについてもう少し説明をお願いします。	本講演でも説明しましたが、WHO ファクトシート集 47～50 ページ「超低周波電磁界へのばく露」で健康影響は確認できないと結論付けられていますので、その内容をご一読下さい。	大久保千代次
	磁界は $100\mu\text{T}$ で健康影響があると聞きますが、$20\mu\text{T}$ や $50\mu\text{T}$ では影響がありますか？また、$100\mu\text{T}$ で影響がある場合、安全率を考慮した規制が必要ではないですか。	$100\mu\text{T}$ は 1998 年に国際非電離放射線防護委員会が提唱したガイドライン値です。同ガイドラインは 2010 年に $200\mu\text{T}$ に改訂された経緯がありますが、 $100\mu\text{T}$ でも十分に安全率を考慮した値ですので、健康影響はないと考えられます。	

No.	質問	回答の骨子	回答者
3	電磁波の健康影響について	総務省では「生体電磁環境に関する検討会」を開催していますが、同検討会には工学系だけでなく、医学、生物学、公衆衛生学など幅広い専門家が参加して電磁波の健康影響について検討しています。 日本だけでなく世界各国も同様に幅広い専門家により健康影響について検討しているとの認識です。	総務省
	携帯電話の使用後に脳内血流を測ると、血流が 5 分の 1 まで低下する等の検証が行われており、本来、科学的根拠と医学的根拠の総合評価のもと、ばく露実験、研究等が進められるべきですが、医療との意見交換等はどの程度進んでいるのでしょうか。現状では、工学系の専門家ばかりで検討していませんか。		
4	電磁波攻撃について	生活環境においては健康影響が生じるような強い電磁波は発生していないと考えます。仮に生体影響があるような非常に強い電磁波が発生していれば、通信障害が発生し携帯電話や放送が使えなくなる等、社会的混乱が発生します。	
	集団ストーカー、テクノロジー犯罪の被害(毒ガススプレーや機械からの電磁波、マイクロ波攻撃)に遇っています。目に見えないため証拠が残りません。電磁波を公の機関で測定してもらえないようにならないでしょうか。		

以 上

資料 1

パンフレット「電磁界と健康」

(改訂第21版)

送電線等の電力設備のまわりに発生する

電磁界 と 健康

改訂第21版(令和5年度版)

経済産業省
商務情報政策局

はじめに

電気は、技術の進歩とともにいろいろな目的に利用され、産業の発展や生活の向上に大きな役割を果たし、私達にとってなくてはならないものとなっています。

これにともない、送電線等の電力設備などから発生する電磁界（電磁波）は、人々の健康に何らかの影響を与える可能性があるのではないかということに多くの人々の関心が集まり、世界中の科学者やジャーナリスト、行政機関などによって様々な観点からの見解が発表されています。

このパンフレットは電磁界の健康影響について、これまでに分かっている事実をできるだけ正確にお伝えすることを目的として作成しており、皆様のご理解の一助となることを願っております。

今後も、皆様からのご意見をもとに内容を充実させていきたいと考えておりますので、感想やご意見をお寄せいただければ幸いです。

経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課

令和5年10月
(改訂第21版)

本パンフレットは主に送電線等の電力設備などから発生する超低周波（ここでは50/60Hzの商用周波）電磁界について述べています。携帯電話で使用する電波など他の周波数の電磁波については他の資料（情報源のいくつかをP.13に記載しております）をご参照ください。

“電磁波”は電界と磁界の相互作用により空間を伝わる波を総称しますが、電力設備などから発生する超低周波の“電磁波”に関しては波の性質が小さいため一般的に“電磁界”と呼ばれています。

目 次

1 電磁界は何が問題になっているのですか？	3
2 電磁界とはどのようなものですか？	3
3 電磁界にはどのような性質・作用があるのでしょうか？	4
4 電磁界による健康影響はあるのですか？	5
5 国際的な見解はどうですか？	7
6 経済産業省はどのような対応をしているのですか？	10
7 国内外で電磁界に対する規制はあるのですか？	11
8 身のまわりの磁界の強さはどのくらいですか？	12
9 電磁界と健康について更に知りたい場合には、 情報はどこから得られるのですか？	13

1 電磁界は何が問題になっているのですか？

送電線の周辺に住んでいる人たちの健康について調査したところ、小児白血病*1と電磁界の強度に関連があるという報告が米国やスウェーデン等の研究者から1980年代に相次いで発表され、日常的な電気の使用により発生する電磁界が健康に影響を与えるのではないかとということが問題になりました。

これを契機に世界中(もちろん日本でも)で、電磁界と健康影響の関係を真剣に考えるようになりました。世界保健機関(WHO)では、1996年に「国際電磁界プロジェクト」を発足させ、電磁界ばく露の健康リスク評価を進めています。

このパンフレットは電磁界の健康影響について、これまでに分かっている事実をできるだけ正確にお伝えすることを目的としています。

*1 小児白血病は小児がかかる血液がん。

2 電磁界とはどのようなものですか？

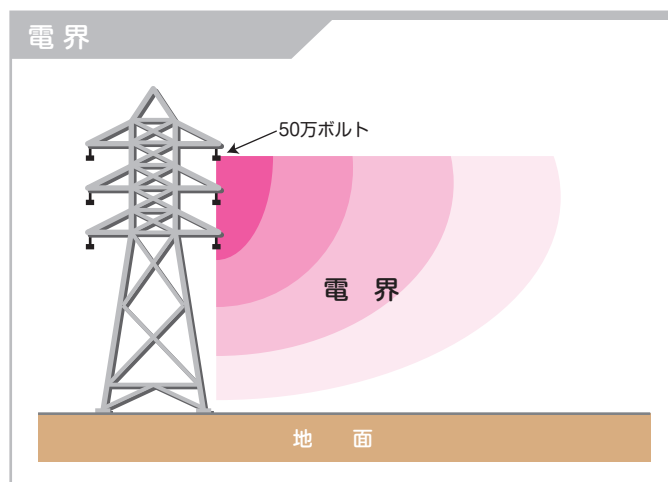
電磁界とは電界と磁界が存在する空間をいいますので、まず、電界と磁界を別々に説明します。

電界とは

電気のある空間(場所)を電界といいます。

家電製品や送電線等の電力設備の周りが全て電界ということです。家庭の電灯線(100～200ボルト)程度では電界を感じることはありませんが、冬場にドアノブに触れてパチッと感じたり、乾燥した季節に衣服がまとわり付くことがあります。これは乾燥や摩擦などによって数千から数万ボルトの静電気が発生し、この電界によって起こった現象です。

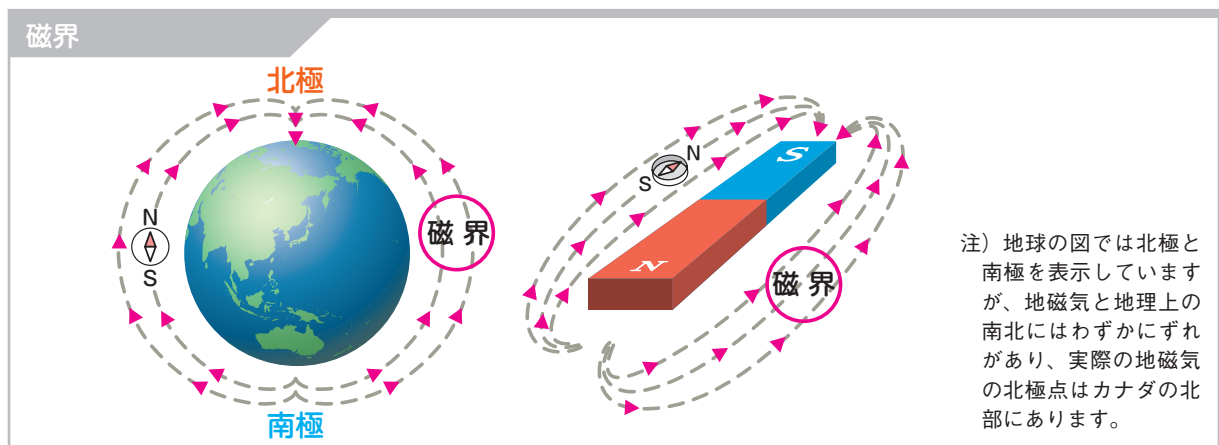
一般に電界の強さは発生源からの距離とともに急激に弱くなります。送電線の電圧は数万～50万ボルトもありますが、高い所にあるため地面に立っている人は電界を感じることはありません。電界の単位にはV/m(ボルト／メートル)が使用されます。



磁界とは

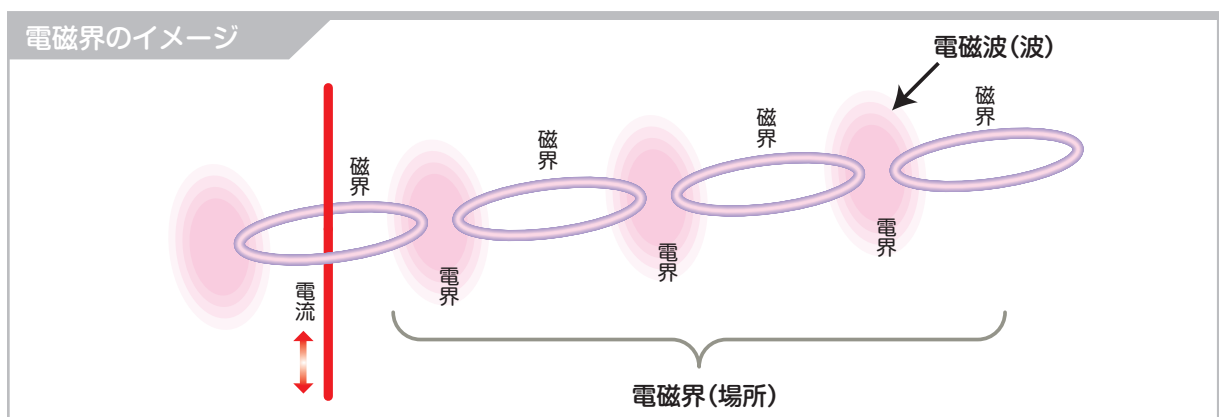
磁気のある空間(場所)を磁界といいます。

地球(地磁気)の他に、棒磁石や文房具などに使われている永久磁石や、家電製品や送電線などの電力設備に電気が流れている周辺にも磁気が発生し、磁界があります。磁石を近づけたり、離したりすると分かるように、磁界の強さも発生源からの距離とともに急激に弱くなります。磁界の単位はT(テスラ)といいますが、通常は身のまわりの磁界の強さに合わせ、 μT (マイクロテスラ)が使用されます。(1 μT は百万分の1T)



電磁界とは

電気があれば電流が流れますから、電気が作る電界と電流が作る磁界はともに存在するのが普通です。そこで、これらをまとめて電磁界といいます。また、電気(電圧)や磁界の方向や強さが時間的に変化するとき、電界が変化すると磁界が生じ、磁界が変化すると電界が生じます(これを電磁誘導といいます)。変化が急激だと、電界と磁界が絡みあって次々と波のように遠くに伝わっていきます。この波のことを電磁波といい、電磁界(電磁波)にさらされることを「ばく露(ばくろ)」といいます。



3 電磁界にはどのような性質・作用があるのでしょうか？

電界は電気を通す物質に電流を流します。磁界は磁性を持つ金属を引き寄せます。人のからだのように磁性を持たない物質に磁界は作用しませんが、磁界の向きや強さが変化すると電磁誘導により、電流を流します。

電磁波は海の波のようなものですから、波の性質や作用は波の高さ、波の長さ(波長)によって変わります。波長は波の振動の速さ(周波数)が速いほど短くなります。電磁波は、次表に示すように、その周波数毎に様々な名称で呼ばれ、それぞれの性質に応じて電力設備、放送通信など様々な用途に利用されています。波長が1mm以下の電磁波は可視光など光のなかまになります。さらに波長の短い電磁波には紫外線、エックス線やガンマ線があります。紫外線の一部より波長の短い電磁波は、物質に衝突して原子から電子を引き離す電離作用を持つことから、「電離放射線」と呼ばれます。電離放射線は細胞内の遺伝子を傷つける作用がありますが、これより波長の長い可視光線、電波、電力設備から発生する超低周波電磁界にはそのような作用はありませんので、「非電離放射線」と呼んで区別されています。

このパンフレットでは超低周波電磁界(300Hzまで)のうち送電線等の電力設備や一般の人が日常的に接する家電製品に使われている50/60Hz(商用周波)の電磁界の健康に対する影響について考えていきます。50Hz、60Hzの電圧、電流は1秒間に50回、60回向きが変わるので電磁波のなかまですが、波長はそれぞれ6,000km、5,000kmと、地球の半径にも相当する長さになります。このため、空気中で電磁界が遠くに伝わる性質は弱く、距離とともに急激に弱くなります。

■ 代表的な電磁波(電磁界)の種類と用途

分類		名称	周波数f(Hz)	波長λ	主な用途(例)
電磁波	放射線	ガンマ(γ)線	3x10 ¹⁶ 以上	10nm以下	ガンマ線(放射線)治療
		エックス(X)線			レントゲン検査、非破壊検査
	非電離放射線	紫外線	約3x10 ¹⁵ ~ ¹⁶	10~400nm	殺菌灯、人工日焼けマシン
		可視光線	約3x10 ¹³ ~ ¹⁵	400~800nm	照明、テレビ(画像)、レーザーポインター
		赤外線	約3x10 ¹² ~ ¹³	0.8μm~1mm	赤外線リモコン、赤外線ヒーター
		サブミリ波	3x10 ¹¹ ~ ¹²	0.1~1mm	電波望遠鏡
		ミリ波(EHF)	3x10 ¹⁰ ~ ¹¹	1~10mm	車載用レーダー
		センチ波(SHF)	3x10 ⁹ ~ ¹⁰	1~10cm	衛星放送(BS)、衛星通信(CS)、5G(第5世代移動通信)
		極超短波(UHF)	3x10 ⁸ ~ ⁹	0.1~1m	テレビ放送、電子レンジ、携帯電話
		超短波(VHF)	3x10 ⁷ ~ ⁸	1~10m	FMラジオ放送、航空管制
		短波(HF)	3x10 ⁶ ~ ⁷	10~100m	ICカード、国際放送
		中波(MF)	3x10 ⁵ ~ ⁶	0.1~1km	AMラジオ放送
		長波(LF)	3x10 ⁴ ~ ⁵	1~10km	IH調理器、非接触型充電器(電気自動車用、携帯電話用)
		超長波(VLF)	3x10 ³ ~ ⁴	10~100km	IH調理器
		極超長波(ULF)	3x10 ² ~ ³	100~1000km	鉱山での通信
		超低周波(ELF)	300以下	1000km以上	家電製品、送電線等の電力設備

(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)

(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)

注1: 周波数(単位: Hz、ヘルツ)は1秒間に振動する数で、電磁波の伝わる速さ「30万キロメートル/秒」を波長で割った数です。
(周波数 f(Hz) = 速さ 3x10⁸(m/s) / 波長 λ (m))

注2: 1μmは千分の1mm、1nmは百万分の1mm

4 電磁界による健康影響はあるのですか？

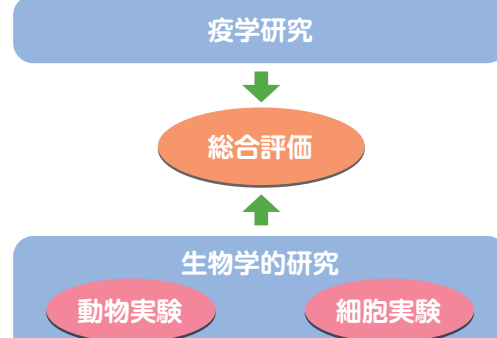
人への健康影響の評価方法

電磁界の人への影響を検証するためには、「電磁界」と「人への健康影響」の因果関係の有無を様々な研究結果から総合的に検証する必要があります。それらの研究方法には、大まかに「疫学研究」と「生物学的研究」の二種類があります。

「疫学研究」は、電磁界へのばく露が人の健康に及ぼす影響を、その発生頻度など、社会で観察される現象に基づいて研究する学問であり、一方の「生物学的研究」は、その関連性のメカニズムや人への健康影響があるかどうかを動物実験や細胞実験で解明する学問です。

これらの評価手法により、「電磁界」と「人への健康影響」の因果関係の有無を検証した結果、神経刺激作用等の科学的に立証されている影響と、小児白血病との関連性等、現段階では科学的な結論が出ていない影響の二つに分けられることがわかっています。前者は短期的ばく露で、主としてばく露されている間のみ見られる影響であり、後者は長期的ばく露により、がんなどの病気が引き起こされる影響と言えます。

電磁界による健康影響の評価方法



科学的に立証されている人への影響（短期的ばく露影響）

身体が非常に強い超低周波電磁界にばく露されると、電磁誘導によって体内に電流が発生し、その影響により神経が刺激されることがあります。これを刺激作用といいます。

人の体内には、もともと脳の神経活動や心筋の活動による生理的な電流が流れています（内因性電流といい、脳電図（脳波）・心電図として観測することができます）が、これと同程度あるいはそれ以上の大きさの電流が電磁界により体内に発生すると、神経や筋肉等の活動に影響を与える刺激作用により健康に悪影響を及ぼす恐れがあると考えられています。

この電流に対して人体の中で最も敏感な組織は目の網膜と言われています。例えば、一般の方々が日々の生活の中で遭遇するレベルの数倍以上の非常に強い交流磁界に頭部がばく露されると、目を閉じていても何か光が見えるような現象（磁気閃光といいます）を感じるということがわかっています。

科学的に立証されていない人への影響（長期的ばく露影響）

生活環境での電磁界への長期的ばく露影響については、これまで多くの科学者が研究を行っており、その多くが小児白血病に焦点をあててきましたが、小児白血病との関連性等、生活環境での電磁界による健康影響があるという確実な証拠は見つかっておりません。しかし、健康影響が確実に無いという科学的な証拠を見つけるのは、商用周波電磁界に限らず不可能なことです。

以下に長期的ばく露影響に関する研究例を紹介します。

・疫学研究では・・・

電磁界と健康に関する個別の疫学研究は、小児白血病との間に関連性が無かったという報告もあれば関連性があったという報告もあり、結論はまちまちです。2000年に発表されたスウェーデンのアルボム博士等によるプール分析^{*1}では、居住環境としては相対的に強い強度（0.4 μ T以上^{*2}）の磁界ばく露と小児白血病との間に、弱いながらも統計的に意味のある関連性が見られることが報告されています。しかし、著者らは、ばく露の高い群と低い群で調査への参加率が異なったことの影響を受けている可能性があると言っています。

^{*1} 過去の疫学研究で得られた各々のデータをまとめて再解析する手法です。

^{*2} 国立環境研究所 兜博士が2006年に発表した疫学調査によると、我が国で0.4 μ T以上の居住環境に住んでいる人の割合は1%未満と報告されています。なお、長期間にわたる平均値をさまざまな方法で推定した区分であり、実際の磁界の強さそのものではありません。

・生物学的研究では・・・

生物学的影響を検討した研究には、ラット等の動物を用いたがん・生殖・神経系等への影響に関する研究と、細胞を用いて遺伝子等への影響を調べる研究があります。現時点では居住環境における商用周波電磁界が人の健康に悪い影響を及ぼすという再現性のある結果は得られていません。

動物実験や細胞実験の生物学的研究では、一回の実験結果のみで判断するのではなく、一般に実験を数回繰り返し行い同様の結果を示すこと（反復可能性）や別の研究者が同様の結果を示すこと（再現性）等から、影響の有無が判断されています。

5 国際的な見解はどうですか？

世界保健機関（WHO）では・・・

国連の一機関であるWHOは1996年5月に国際電磁界プロジェクト(The International EMF Project)を発足させました。プロジェクトの目的は、電磁界ばく露の健康リスクを評価することです。我が国も参加しています。

なお、WHOではこれまでに超低周波電磁界(300Hzまで)について評価を終了しており、本パンフレットで主に扱う商用周波電磁界(50/60Hz)が含まれています。

WHO国際電磁界プロジェクト

科学的証拠の評価

- ・ 研究評価および研究状況の把握
- ・ 健康リスク評価に必要な研究の把握
- ・ 知見の空白を埋めるための研究奨励

調査プログラムの促進と奨励

電磁界の健康リスク評価

国際的に調和のとれた基準の奨励

リスク情報の提供

各国政府及び関連団体への助言

- WHOの「国際電磁界プロジェクト」は、電磁界の発生を伴う技術に関連する潜在的健康リスクを調査するため1996年に発足。このプロジェクトは左の図に記載の項目を目的として活動を実施しています。
- 組織は、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)や国際がん研究機関(IARC)を含む10以上の「国際的組織」、5つの「共同研究センター」と60以上の「各国政府代表」からなる委員により構成されています。

国際電磁界プロジェクトの1つとして、WHOの附属機関である国際がん研究機関(IARC^{*1})は、2002年に超低周波電磁界の人への発がんハザード^{*2}を評価したIARCモノグラフ第80巻を発刊しました。そして、超低周波電磁界は「人にとって発がん性があるかもしれない(グループ2B)」、超低周波電界は「人への発がん性に関して分類できない(グループ3)」と判断しました。

IARCの発がんハザード評価とは、その物質や環境ががんの原因となるかどうかあるいはその可能性の有無に関する科学的な証拠の強さ(確実さ)を評価して分類したものであり、がんの引き起こしやすさを評価したものではありません。ハザードは、定量ではなく定性的に評価されています。例えば、「人にとって発がん性がある(グループ1)」に分類されている紫外線、太陽光、アルコール飲料、加工肉などは、適量以下であれば健康影響を過度に気にする必要はありません。ここでの評価の手順は、まず、人における疫学研究結果(証拠)をもとに発がんハザードがあるかどうか評価します。証拠が限定的であったり、不十分な場合は、生物学的研究結果(証拠)をもとに総合的に発がん性を分類します。従来、発がんハザードの分類は5段階でしたが、2019年1月に、モノグラフの前文の改定版が発表され、「グループ4：おそらく発がん性はない」は廃止され、4段階の分類となりました^{*3}(次表参照)。

^{*1} 国際がん研究機関(IARC)はがんに関するさまざまな研究を行うために1969年に発足したWHOの専門組織です。その活動の一つとして、化学物質の発がんハザードに関する分類があります。現在では、個々の化学物質のみならず、混合物や放射線、ウイルスなどの化学物質でないものや労働環境も評価しています。(https://www.iarc.who.int)

^{*2} 「ハザード(hazard：危険性、有害性)」とは、人に危害を及ぼす可能性のある因子をいいます。一方、「リスク(risk：危険度)」とは、ハザードによって生じる恐れのあるけがや疾病の重篤度とその発生する可能性の度合いをいいます。例えば、たばこは肺がんや心血管疾患等の疾病の「リスク」を生じる可能性のある「ハザード」ですが、喫煙という行為に及ばなければ、たばこ自体が「リスク」を生じることはありません。

^{*3} IARC諮問グループによるモノグラフ前文の改定に関する報告書

(https://www.iarc.who.int/news-events/

the-iarc-monographs-updated-procedures-for-modern-and-transparent-evidence-synthesis-in-cancer-hazard-identification/)

IARCによる発がんハザード分類

発がんハザードの分類及び分類基準 注1)	既存分類結果 [1045例] 注2)
グループ1：発がん性がある 人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に用いる	カドミウム、アスベスト、ダイオキシン類の一種(2,3,7,8-TCDD)、たばこ(能動、受動、無煙)、アルコール飲料、ガンマ線、エックス線、紫外線、太陽光、ディーゼルエンジン排ガス、大気汚染(PM2.5を含む)、PCB、加工肉、ベンゼン、日焼けランプの照射 [他を含む127例]
グループ2A：おそらく発がん性がある 人への発がん性を示す証拠は限定的であるが、動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合や人で不十分でも発がんメカニズムの証拠が強い場合などに用いる	鉛化合物(無機)、クレオソート、アクリルアミド、夜間勤務、理容・美容労働、赤肉、高熱の揚げ物作業、熱い飲み物 [他を含む95例]
グループ2B：発がん性があるかもしれない 人への発がん性を示す証拠が限定的であり、動物実験での発がん性に対して不十分な証拠や限定的な証拠がある場合や、人で不十分でも動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合などに用いる	クロロホルム、鉛、漬物、ガソリン、ガソリンエンジン排ガス、ドライクリーニング労働、超低周波磁界、無線周波電磁界、二酸化チタン、印刷作業労働 [他を含む323例]
グループ3：発がん性を分類できない 人への発がん性を示す証拠が不十分であり、上の条件に該当しない場合に用いる	コーヒー、カフェイン、原油、水銀(無機)、お茶、蛍光灯、静磁界、静電界、超低周波電界 [他を含む500例]

注1)：分類基準は分類の基本的な考え方を説明したものです。

注2)：表中の分類結果は2023年7月27日時点のものです。この分類は新しい証拠をもとに変わることもあります。

WHOは、2005年10月に低周波(100kHzまで)電磁界の健康リスクを評価するために、専門家による「タスクグループ」を招集しました。タスクグループは、IARCモノグラフ第80巻を含め、これまで発表された膨大な科学論文のレビューを行い、その見解を「環境保健クライテリア(EHC)モノグラフNo.238(WHO, 2007)」として、2007年6月に発刊しました。

WHOは、このEHCに基づいて「ファクトシートNo.322 超低周波の電界及び磁界へのばく露(ファクトシートは一定期間を過ぎると末梢されますので、現在のWHOのウェブサイトには存在していません)」を発表し、9ページのように健康リスク評価を行っています。

環境省では上記EHCを日本語に翻訳しています。

(https://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j.pdf)

国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) では・・・

国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP*⁴)では、世界保健機関(WHO)の電磁界ばく露の健康リスクの評価結果(9ページ参照)を受けて、2010年に1Hzから100kHzまでの時間変化する電界、磁界、電磁界に対して短期的なばく露影響から一般の人と労働者を防護するガイドラインを設定しています。このガイドラインでは、商用周波電磁界に関するばく露制限値を設定しており、その値は、電磁界によって引き起こされる磁気閃光や中枢および末梢の神経への刺激を根拠として、刺激作用(6ページ「科学的に立証されている人への影響(短期的なばく露影響)」参照)によって健康に悪影響が起るレベルより十分に低い値に設定されています(次表参照)。

*4 国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)は非電離放射線からの人体及び環境の防護の推進、特に非電離放射線からの人体の防護に関するガイドラインと勧告を提供することを目的として1992年に設立された中立的な国際的組織です。ICNIRPのガイドラインは各国政府に対し強制力を持つものではありませんが、中立の専門家が参加した保健衛生の立場からの評価として、世界各国の防護指針やガイドライン作成に大きな影響力をもっています。(<https://www.icnirp.org>)

なお、発がん等を含む長期的なばく露影響に関しては、小児白血病との関連を示唆する疫学研究結果を尊重する必要性を認めながらも、磁界と小児白血病の因果関係は確立されておらず、また、その他のいかなる長期的なばく露影響の因果関係も確立されていないことを根拠に、ガイドラインの根拠とするには科学的証拠が弱すぎると判断しています。

■ ICNIRPガイドラインによる一般の人へのばく露制限値(参考レベル)

周波数	電界 [kV/m]	磁界 [μT]
50Hz	5.0	200
60Hz	4.2	200

WHOの健康リスクの評価の概要(ファクトシートNo.322)

- 一般環境レベルの超低周波電界に関する本質的な健康問題はない。
- 超低周波磁界が「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」とのIARCの見解を変更しない。
- 全体として、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。

- ・疫学的証拠は、潜在的な選択バイアス等の問題がある。
 - ・大多数の動物研究では影響は示されていない。
 - ・がんの発生に関して、受け入れられている生物物理学的メカニズムはない。

影響があるならば、未知の生物学的メカニズムがある筈。
- その他の健康への悪影響(白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的変異、神経行動への影響、神経変性疾患)と、超低周波磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は、小児白血病についての証拠よりもはるかに弱い。

健康リスクの評価に基づき「WHOのガイダンス」としてまとめられ、各国の政府機関や産業界に対し、以下のように提言しています。

WHOのガイダンスの概要(ファクトシートNo.322)

- 高レベルの短期的なばく露にともなう健康影響は科学的に確立されているので、政策決定者は、労働者や一般人をこれらの影響から防護する国際的なばく露ガイドラインを採用すべきです。ばく露レベルがガイドラインの限度値を超えないように監視することも必要です。
 - 長期的影響に関しては、超低周波磁界ばく露と小児白血病との関連性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す。こうした状況から、以下を推奨します。
1. 政府及び産業界は、電磁界ばく露の健康影響を解明するための研究プログラムを推進すべきです。
 2. 加盟各国は、全ての利害関係者との効果的で開かれたリスクコミュニケーション・プログラムを構築することが推奨されます。
 3. 新たな設備を建設する、または新たな装置(電気製品を含む)を設計する際には、ばく露低減のための低費用の方法を探索しても良いでしょう。但し、恣意的に低いばく露限度の採用に基づく政策は是認されません。

WHOでは、電磁界の健康リスクへの見解を、一般の人向けに、ファクトシート(Fact Sheet)として発表しています。上記、ファクトシートNo.322については、一般財団法人電気安全環境研究所電磁界情報センターが日本語に翻訳しています。

(https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/Factsheet_No322.pdf)

6 経済産業省はどのような対応をしているのですか？

経済産業省では、WHOの国際電磁界プロジェクトにおいて、専門家チームが検討を進めていることを念頭におきつつ、一般の人々が生活する環境における電力設備から発生する磁界に関する規制のあり方を検討する必要があると判断し、2007年4月、電力安全小委員会に「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」を設置しました。

ワーキンググループでは、WHO のファクトシートNo322（9 ページ参照）で、超低周波電界については健康上の問題はないとの見解が示されたことから、超低周波磁界を議論の対象としました。また検討に当たっては、磁界が健康に対していかなる影響を与えるかについてのWHO やICNIRP といった国際（的）機関において取りまとめられた知見や、国際的な規制動向、経済産業省において行われた各種調査結果を含む国内外の研究報告等を幅広く収集・整理し、市民団体等から意見募集を行う等、多方面からの意見も取り入れ、論点の整理を行い検討を重ね、2008 年6 月に政策提言を「電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書」として公表し、磁界規制値を導入するなどの対応をしました。

また、講演会、インターネット等を通じた情報提供活動を継続実施しています。

電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書の概要

（１）高レベルの磁界による短期的な健康影響に係わる対応

- 電力設備（送・配電線、変電設備）から発生する周波数50Hz・60Hzの磁界について、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP) が示す国際的なばく露ガイドラインの一般の人々への制限値(100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz) 注)を採用する等必要な諸規定の整備・改正を行うべきである。

（２）低レベルの磁界による長期的な健康影響の可能性に係わる対応

①更なる研究プログラムの推進

- 磁界ばく露と健康影響との関係に不確かさが残っていることから、引き続き、その不確かさを低減させるため、産学官が協力して研究を推進すべきである。研究を適切に進めるため、関係各省が連携して必要な研究分野・テーマを見極める等新たな仕組みが必要である。

②リスクコミュニケーション活動の充実

- 磁界ばく露による健康影響に関わる正確な知識が国民に正しく伝わっていないことから生じる問題の解消には、リスクコミュニケーションの増進を目的とした、中立的な常設の電磁界情報センター機能の構築が必要である。将来的には、電力設備にとどまらず活動領域を広げていくことを期待する。
- 幼稚園、学校等多数の子供が定常的に集まる場所等では、リスクコミュニケーション活動が特に重要である。電気事業者は、これら地域の近傍に電力設備を新たに設置する場合には、住民との合意形成に格別の努力を払うべきである。

③ばく露低減のための低費用の方策

- 低レベルの電磁界による長期的影響については、因果関係の証拠が弱い。しかし、磁界レベルの低減に配慮することはリスクコミュニケーションの観点から意味がある。
- 海外で行われている磁界低減方策は、我が国では高鉄塔化等により既に実施されており、電力設備から発生する磁界は既になかなり低いレベルにある。電気事業者は、このような取組を、今後の新たな設備設置の際にも可能な範囲で継続することが望ましい。原則、既設設備に磁界低減対策を施すことまでは求めない。

注) ICNIRPの旧ガイドライン(1998年版)

7 国内外で電磁界に対する規制はあるのですか？

海外では、1998年に刊行されたICNIRPのガイドライン(1998年版)を参考にした規制値やガイドラインを導入する国が多数あります(下表参照)。特に、欧州では、1999年に欧州理事会が加盟各国に対してICNIRPのガイドライン(1998年版)に準拠する措置を勧告しています。なお、一部の国ではICNIRPガイドラインに基づくばく露制限値に加え、住宅、病院、学校等の特に防護が必要な場所において、「念のための政策」に基づいた磁界の制限値を設定しています(下記注4参照)。

一方、我が国では、電界については、静電誘導による人の感知(ドアノブに触れた時に静電気によりパチッとする感じと同じ感覚)を防止する等の観点から、1976年に「電気設備に関する技術基準」に規制値を導入していますが、ICNIRPのガイドライン(1998年版)に比べて低い(厳しい)値になっています。

磁界については、本パンフレットの第6章に記載の「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」の提言を受け、2011年3月31日、上記技術基準にICNIRPのガイドライン(2010年版)に基づき、50Hz・60Hzともに200 μ Tの規制値を導入しました(同年10月1日より施行)。

■ 電力設備を対象とした商用周波電磁界の一般公衆へのばく露に関する国内外の規制・ガイドライン等

		制定年	電 界		磁 界	
			(kV/m)	区 分	(μ T)	区 分
国 際 レベル	ICNIRP 注1) (9ページの再掲)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		〃	4.2(60Hz)	〃	200(60Hz)	〃
国 レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200(50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス	2000年	5	規制	100(50Hz) 注4)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア	2003年	5	規制	100(50Hz) 注4)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

規制：法規に基づいた義務的な基準 ガイドライン・勧告：法的な拘束力を持たない自発的な基準・方針

注1)：ICNIRPはWHOの環境保健クライテリアNo.238の発刊を受けて、ガイドラインを2010年末に改訂しました。それまでの磁界のガイドライン値(1998年版)は100 μ T(50Hz)、83 μ T(60Hz)でした。

注2)：韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2kV/mです。

注3)：米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

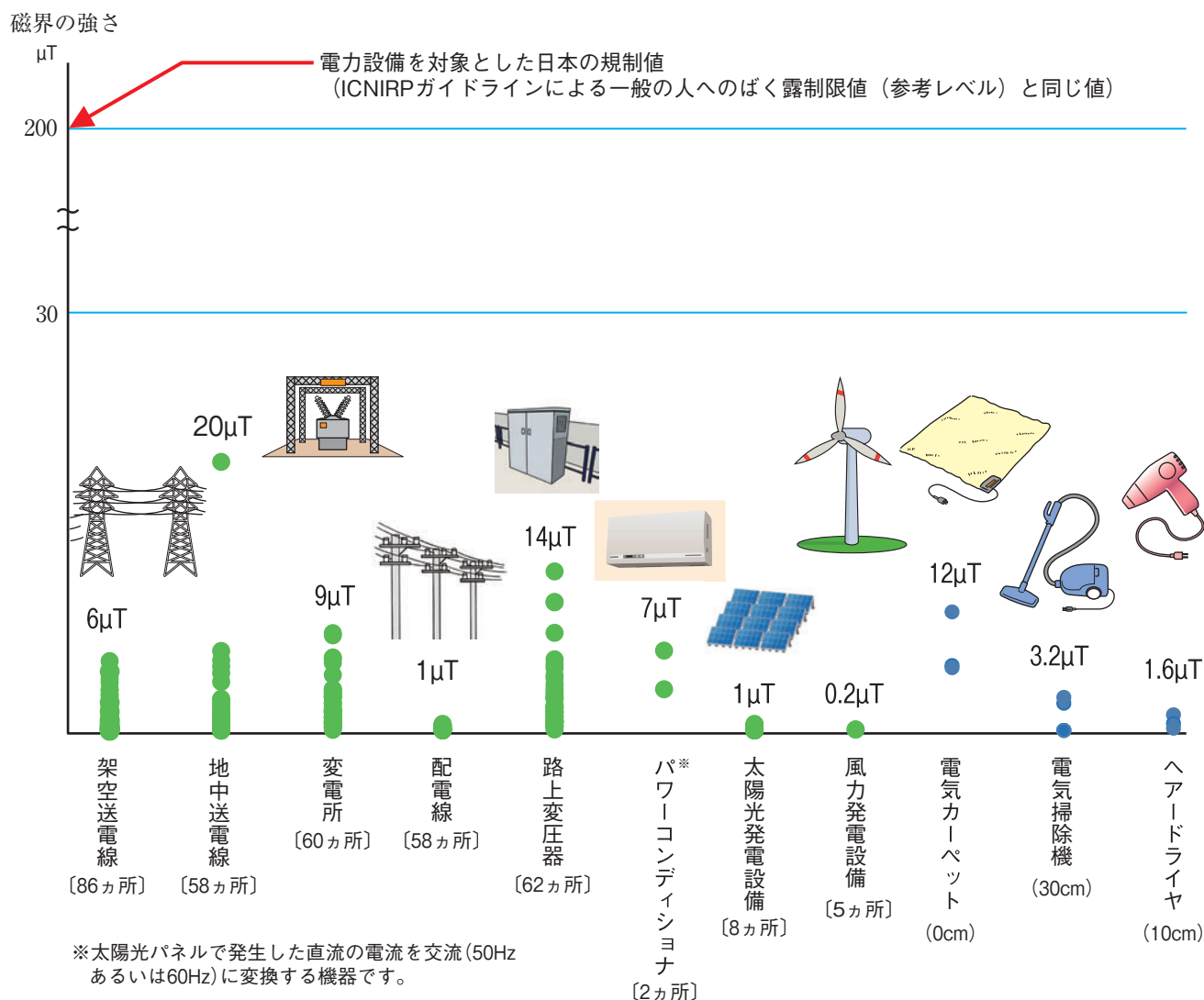
注4)：スイス、イタリアでは本規制値(ばく露制限値)以外に住宅、病院、学校等の特に防護が必要な場所において、設備に対して念のための政策に基づいた磁界の制限値(スイス：1 μ T、イタリア：3 μ T)を設定しています。ただし、WHOの環境保健クライテリアNo.238は、このような念のための制限値を推奨しないと述べています。

注5)：英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

8 身のまわりの磁界の強さはどのくらいですか？

送電線等の電力設備や家電製品のまわりに電磁界は発生します。下の図に身のまわりの代表的な電力設備や家電製品の磁界の強さを示しますが、これらの値は電力設備を対象とした日本の規制値に比べ十分低い値となっています。

なお、電力設備や家電製品の電界(超低周波電界)については、WHOのファクトシートNo322において、健康上の問題はないとの見解が示されています。(9ページ参照)



- 平成24～令和3年度の経済産業省委託事業における磁界測定結果です。日本各地の電力設備について、様々な時間帯で実際に測定した値です。
- [] は測定カ所数を示します。
- 磁界の強さは測定結果の最大値です。
(「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「解釈」に示された測定方法による測定値。ただし、パワーコンディショナを除く)

- 家電製品はさまざまな周波数の磁界を含みます。家電製品の測定値は、「家電製品から発生する磁界の評価」(一般財団法人電気安全環境研究所 電磁界情報センター、平成30年電気学会)より引用しています。
- 磁界の強さは測定結果の最大値です。
- () は家電製品から測定点までの距離を示します。

- 磁界の強さの単位としては、テスラ(T)の代わりにガウス(G)も使われますが、テスラ(T)の1万分の1がガウス(G)です。
(1G=100μT、1mG=0.1μT)

9 電磁界と健康について更に知りたい場合には、 情報はどこから得られるのですか？

■ 各省庁のお問い合わせ先

経済産業省

商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課

【送電線等の電力設備から発生する超低周波(50・60Hz)電磁界】

国内外研究成果等に係る情報整理・収集・国民への情報提供等について

お問い合わせ：経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課 TEL：03-3501-1511(代)

関連ホームページ：https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_denjikai.html



商務情報政策局 情報産業課 【家電製品等から発生する超低周波電磁界】

家電製品等から発生する超低周波電磁界の測定調査、情報提供について

お問い合わせ：経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 TEL：03-3501-1511(代)

(参考)関連ホームページ：https://aeha.or.jp/safety/pdf/emwave_detail.pdf

(一般財団法人 家電製品協会「平成25年度 家電製品から発生される電磁波測定(10Hz～400kHz)調査」報告書)



総務省 【携帯電話等の無線設備が使用する高周波(10kHz～300GHz)電磁界】

電波防護指針の策定、電波の生体や医療機器等への影響に関する調査、情報提供について

お問い合わせ：総務省 総合通信基盤局 電波部 電波環境課 TEL: 03-5253-5111(代)

関連ホームページ：<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/index.htm>



厚生労働省 【労働者に対する健康障害防止対策】

レーザー加工機、紫外線照射装置等労働者に対する有害な光線へのばく露防止

お問い合わせ：都道府県労働局労働基準部健康主務課・労働基準監督署

関連ホームページ：<https://www.mhlw.go.jp/kouseiroudoushou/shozaiannai/roudoukyoku/index.html>



国土交通省 【鉄道の電気設備等から発生する低周波磁界】

鉄道の電気設備等から発生する低周波磁界の規制について

お問い合わせ：国土交通省 鉄道局 技術企画課 TEL：03-5253-8111(代)

文部科学省 【基礎研究】

基礎研究について

お問い合わせ：文部科学省 研究振興局 研究振興戦略官付 TEL:03-5253-4111(代)

環境省 【情報提供】

基礎的事項に関するパンフレット等による情報提供について

お問い合わせ：環境省 大臣官房環境保健部 環境安全課 TEL：03-3581-3351(代)

関連ホームページ：https://www.env.go.jp/chemi/post_173.html



■ 電磁界情報センターのホームページ： <https://www.jeic-emf.jp>

電磁界情報センターは、「電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書(10ページ参照)」の提言を受けて設立された中立的組織で、電磁界に関する様々な情報を発信しています。

ホームページでは、Webセミナーなどの動画も公開しています。



■ 世界保健機関(WHO)のホームページ： https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1

■ 国際がん研究機関(IARC)のホームページ： <https://www.iarc.who.int>

■ 国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のホームページ： <https://www.icnirp.org>

本パンフレットの作成にあたって

本パンフレットを作成するにあたって、電磁界の健康影響に関する専門家、リスクコミュニケーションの専門家、消費者団体代表者等の方々より、その内容の正確さ、公正性、分かり易さ等について令和3年10月監修いただきました。

監 修		
(50音順)		
池畑 政輝	(鉄道総合技術研究所)	
牛山 明	(国立保健医療科学院)	
梅澤 晋一	(国民生活センター)	
大久保 千代次	(電磁界情報センター)	
多氣 昌生	(東京都立大学)	
土田 昭司	(関西大学)	
飛田 恵理子	(東京都地域婦人団体連盟)	
水野 幸男	(名古屋工業大学)	
山口 直人	(労災保険情報センター)	
事務局	一般財団法人 電気安全環境研究所	

・この冊子は、経済産業省商務情報政策局のホームページ https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_denjikai.html からダウンロードできます。

・この冊子は、経済産業省の委託事業「令和5年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業(電力設備電磁界情報調査提供事業)」により、一般財団法人電気安全環境研究所が改訂第20版(令和4年10月)について、各種URLおよび8ページのIARCによる発がんハザード分類数の更新、並びに12ページの磁界の測定事例に地中送電線のデータを追加(令和5年10月 大久保千代次監修)したものです。

このパンフレットに関するご意見お問い合わせ

一般財団法人 電気安全環境研究所 電磁界情報センター

〒105-0014

東京都港区芝2-9-11 全日電工連会館 3階

TEL：03-5444-2631

FAX：03-5444-2632

ホームページ：<https://www.jeic-emf.jp>



資料 2

ホームページ「電磁界と健康」

政策について ▶ 政策一覧 ▶ 安全・安心 ▶ 産業保安 ▶ 産業保安規制の業務内容 ▶ 電力の安全 ▶ 電気設備の安全 ▶ 電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて ▶ 電磁界と健康 ▶ 電磁界の性質・作用

印刷

電磁界の性質・作用

電磁界にはどのような性質・作用があるのでしょうか？

[電磁界の問題](#) [電磁界とは](#) [電磁界の性質・作用](#) [健康への影響は？](#) [国際機関の見解](#)
[経済産業省の対応](#) [電磁界に対する規制](#) [身の回りの電磁界](#) [電磁界と健康について更に知りたい](#) [用語集](#) [このサイトについて](#)

電界は電気を通す物質に電流を流します。磁界は磁性を持つ金属を引き寄せます。人のからだのように磁性を持たない物質に磁界は作用しませんが、磁界の向きや強さが変化すると電磁誘導により、電流を流します。

電磁波は海の波のようなものですから、波の性質や作用は波の高さ、波の長さ（波長）によって変わります。

波長は波の振動の速さ（周波数）が速いほど短くなります。電磁波は、次表に示すように、その周波数毎に様々な名称と呼ばれ、それぞれの性質に応じて電力設備、放送通信など様々な用途に利用されています。波長が1 mm以下の電磁波は可視光など光のなかまになります。さらに波長の短い電磁波には紫外線、エックス線やガンマ線があります。紫外線の一部より波長の短い電磁波は、物質に衝突して原子から電子を引き離す電離作用を持つことから、「電離放射線」と呼ばれます。電離放射線は細胞内の遺伝子を傷つける作用がありますが、これより波長の長い可視光線、電波、電力設備から発生する超低周波電磁界にはそのような作用はありませんので、「非電離放射線」と呼んで区別されています。

このホームページでは超低周波電磁界（300Hzまで）のうち送電線等の電力設備や一般の人が日常的に接する家電製品に使われている50/60Hz（商用周波）の電磁界の健康に対する影響について考えていきます。50Hz、60Hzの電圧、電流は1秒間に50回、60回向きが変わるので電磁波のなかまですが、波長はそれぞれ6,000km、5,000kmと、地球の半径にも相当する長さになります。このため、空気中で電磁界が遠くに伝わる性質は弱く、距離とともに急激に弱くなります。

■代表的な電磁波（電磁界）の種類と用途

分類	名称	周波数f(Hz)	波長λ	主な用途(例)	
電磁波	放射線	ガンマ(γ)線	3×10 ¹⁶ 以上	10nm以下	ガンマ線(放射線)治療
		エックス(X)線			レントゲン検査、非破壊検査
	非電離放射線	紫外線	約3×10 ¹⁵ ～ ¹⁶	10～400nm	殺菌灯、人工日焼けマシン
		可視光線	約3×10 ¹³ ～ ¹⁵	400～800nm	照明、テレビ(画像)、レーザーポインター
		赤外線	約3×10 ¹² ～ ¹³	0.8μm～1mm	赤外線リモコン、赤外線ヒーター
		サブミリ波	3×10 ¹¹ ～ ¹²	0.1～1mm	電波望遠鏡
		ミリ波(EHF)	3×10 ¹⁰ ～ ¹¹	1～10mm	車載用レーダー
		センチ波(SHF)	3×10 ⁹ ～ ¹⁰	1～10cm	衛星放送(BS)、衛星通信(CS)、5G(第5世代移動通信)
		極超短波(UHF)	3×10 ⁸ ～ ⁹	0.1～1m	テレビ放送、電子レンジ、携帯電話
		超短波(VHF)	3×10 ⁷ ～ ⁸	1～10m	FMラジオ放送、航空管制
		短波(HF)	3×10 ⁶ ～ ⁷	10～100m	ICカード、国際放送
		中波(MF)	3×10 ⁵ ～ ⁶	0.1～1km	AMラジオ放送
		長波(LF)	3×10 ⁴ ～ ⁵	1～10km	IH調理器、非接触型充電器(電気自動車用、携帯電話用)
		超長波(VLF)	3×10 ³ ～ ⁴	10～100km	IH調理器
		極超長波(ULF)	3×10 ² ～ ³	100～1000km	鉱山での通信
		超低周波(ELF)	300以下	1000km以上	家電製品、送電線等の電力設備
(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)					

(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)

注1) 周波数(単位: Hz、ヘルツ)は1秒間に振動する数で、電磁波の伝わる速さ「30万キロメートル/秒」を波長で割った数です。
(周波数 f(Hz) = 速さ 3×10⁸(m/s) / 波長 λ (m))

注2) 1μmは千分の1mm、1nmは百万分の1mm

サイト内検索  未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください

検索

拡張検索

[ヘルプ](#)

[リンク](#)

[利用規約](#)

[法的事項](#)

[プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511

Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

[政策について](#) ▶ [政策一覧](#) ▶ [安全・安心](#) ▶ [産業保安](#) ▶ [産業保安規制の業務内容](#) ▶ [電力の安全](#) ▶ [電気設備の安全](#) ▶ [電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて](#) ▶ [電磁界と健康](#) ▶ [国際機関の見解](#)

印刷

国際機関の見解

国際的な見解はどうか？

電磁界の問題	電磁界とは	電磁界の性質・作用	健康への影響は？	国際機関の見解
経済産業省の対応	電磁界に対する規制	身の回りの電磁界	電磁界と健康について更に知りたい	用語集
このサイトについて				

世界保健機関（WHO）では・・・

国連の一機関であるWHOは1996年5月に国際電磁界プロジェクト（The International EMF Project）を発足させました。プロジェクトの目的は、電磁界ばく露の健康リスクを評価することです。我が国も参加しています。

なお、WHOではこれまでに超低周波電磁界（300Hzまで）について評価を終了しており、ここで主に扱う商用周波電磁界（50/60Hz）が含まれています。

WHO国際電磁界プロジェクト

科学的証拠の評価

- ・ 研究評価および研究状況の把握
- ・ 健康リスク評価に必要な研究の把握
- ・ 知見の空白を埋めるための研究奨励

調査プログラムの促進と奨励

電磁界の健康リスク評価

国際的に調和のとれた基準の奨励

リスク情報の提供

各国政府及び関連団体への助言

- WHOの「国際電磁界プロジェクト」は、電磁界の発生を伴う技術に関連する潜在的な健康リスクを調査するため1996年に発足。このプロジェクトは左の図に記載の項目を目的として活動を実施しています。
- 組織は、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)や国際がん研究機関(IARC)を含む10以上の「国際的組織」、5つの「共同研究センター」と60以上の「各国政府代表」からなる委員により構成されています。

国際電磁界プロジェクトの1つとして、WHOの付属機関である国際がん研究機関（IARC^{*1}）は、2002年に超低周波電磁界の人への発がんハザード^{*2}を評価したIARCモノグラフ第80巻を発刊しました。そして、超低周波電磁界は「人にとって発がん性があるかもしれない（グループ2B）」、超低周波電界は「人への発がん性に関して分類できない（グループ3）」と判断しました。

IARCの発がんハザード評価とは、その物質や環境ががんの原因となるかどうかあるいはその可能性の有無に関する科学的な証拠の強さ（確実さ）を評価して分類したものであり、がんの引き起こしやすさを評価したものではありません。ハザードは、定量ではなく定性的に評価されています。例えば、「人にとって発がん性がある（グループ1）」に分類されている紫外線、太陽光、アルコール飲料、加工肉などは、適量以下であれば健康影響を過度に気にする必要はありません。ここでの評価の手順は、まず、人における疫学研究結果（証拠）をもとに発がんハザードがあるかどうか評価します。証拠が限定的であったり、不十分な場合は、生物学的研究結果（証拠）をもとに総合的に発がん性を分類します。従来、発がんハザードの分類は5段階でしたが、2019年1月に、モノグラフの前文の改定版が発表され、「グループ4：おそらく発がん性はない」は廃止され、4段階の分類となりました^{*3}（次表参照）。

^{*1} 国際がん研究機関（IARC）はがんに関するさまざまな研究を行うために1969年に発足したWHOの専門組織です。その活動の一つとして、化学物質の発がんハザードに関する分類があります。現在では、個々の化学物質のみならず、混合物や放射線、ウイルスなどの化学物質でないものや労働環境も評価しています。

(<https://www.iarc.who.int/>)

^{*2} 「ハザード（hazard：危険性、有害性）」とは、人に危害を及ぼす可能性のある因子をいいます。一方、「リスク（risk：危険度）」とは、ハザードによって生じる恐れのあるけがや疾病の重篤度とその発生する可能性の度合

いをいいます。例えば、たばこは肺がんや心血管疾患等の疾病の「リスク」を生じる可能性のある「ハザード」ですが、喫煙という行為に及ばなければ、たばこ自身が「リスク」を生じることはありません。

* 3 IARC諮問グループによるモノグラフ前文の改定に関する報告書
(<https://www.iarc.who.int/news-events/the-iarc-monographs-updated-procedures-for-modern-and-transparent-evidence-synthesis-in-cancer-hazard-identification>)

■ IARCによる発がんハザード分類

発がんハザードの分類及び分類基準 注1)	既存分類結果 [1045例] 注2)
グループ1：発がん性がある 人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に用いる	カドミウム、アスベスト、ダイオキシン類の一種(2,3,7,8-TCDD)、たばこ(能動、受動、無煙)、アルコール飲料、ガンマ線、エックス線、紫外線、太陽光、ディーゼルエンジン排ガス、大気汚染(PM2.5を含む)、PCB、加工肉、ベンゼン、日焼けランプの照射 [他を含む127例]
グループ2A：おそらく発がん性がある 人への発がん性を示す証拠は限定的であるが、動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合や人で不十分でも発がんメカニズムの証拠が強い場合などに用いる	鉛化合物(無機)、クレオソート、アクリルアミド、夜間勤務、理容・美容労働、赤肉、高熱の揚げ物作業、熱い飲み物 [他を含む95例]
グループ2B：発がん性があるかもしれない 人への発がん性を示す証拠が限定的であり、動物実験での発がん性に対して不十分な証拠や限定的な証拠がある場合や、人で不十分でも動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合などに用いる	クロロホルム、鉛、漬物、ガソリン、ガソリンエンジン排ガス、ドライクリーニング労働、超低周波磁界、無線周波電磁界、二酸化チタン、印刷作業労働 [他を含む323例]
グループ3：発がん性を分類できない 人への発がん性を示す証拠が不十分であり、上の条件に該当しない場合に用いる	コーヒー、カフェイン、原油、水銀(無機)、お茶、蛍光灯、静磁界、静電界、超低周波電界 [他を含む500例]

注1)：分類基準は分類の基本的な考え方を説明したものです。
注2)：表中の分類結果は2023年7月27日時点のものです。この分類は新しい証拠をもとに変わることもあります。

WHOは、2005年10月に低周波（100kHzまで）電磁界の健康リスクを評価するために、専門家による「タスクグループ」を招集しました。タスクグループは、IARCモノグラフ第80巻を含め、これまで発表された膨大な科学論文のレビューを行い、その見解を「環境保健クライテリア（EHC）モノグラフNo.238（WHO, 2007）」として、2007年6月に発刊しました。

WHOは、このEHCに基づいて「ファクトシートNo.322 超低周波の電界及び磁界へのばく露（ファクトシートは一定期間を過ぎると末梢されますので、現在のWHOのウェブサイトには存在していません）」を発表し、[こちらのよう](https://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j.pdf)に健康リスク評価を行っています。

環境省では上記EHCを日本語に翻訳しています。
https://www.env.go.jp/chemi/electric/material/ehc238_j.pdf

[ページ上部へ戻る](#)

国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）では・・・

国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP^{*4}）では、世界保健機関（WHO）の電磁界ばく露の健康リスクの評価結果（後述）を受けて、2010年に1Hzから100kHzまでの時間変化する電界、磁界、電磁界に対して短期的なばく露影響から一般の人と労働者を防護するガイドラインを設定しています。このガイドラインでは、商用周波電磁界に関するばく露制限値を設定しており、その値は、電磁界によって引き起こされる磁気閃光や中枢および末梢の神経への刺激を根拠として、刺激作用（「科学的に立証されている人への影響（短期的ばく露影響）」参照）によって健康に悪影響が起こるレベルより十分に低い値に設定されています（次表参照）。

* 4 国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）は非電離放射線からの人体及び環境の防護の推進、特に非電離放射線からの人体の防護に関するガイドラインと勧告を提供することを目的として1992年に設立された中立的な国際的組織です。ICNIRPのガイドラインは各国政府に対し強制力を持つものではありませんが、中立の専門家が参加した保健衛生の立場からの評価として、世界各国の防護指針やガイドライン作成に大きな影響力をもっています。
(<https://www.icnirp.org>)

なお、発がん等を含む長期的なばく露影響に関しては、小児白血病との関連を示唆する疫学研究結果を尊重する必要性を認めながらも、磁界と小児白血病の因果関係は確立されておらず、また、その他のいかなる長期的なばく露影響の因果関係も確立されていないことを根拠に、ガイドラインの根拠とするには科学的証拠が弱すぎると判断しています。

■ ICNIRPガイドラインによる一般の人へのばく露制限値（参考レベル）

周波数	電界 [kV/m]	磁界 [μT]
50Hz	5.0	200
60Hz	4.2	200

WHOの健康リスクの評価の概要(ファクトシートNo.322)

- 一般環境レベルの超低周波電界に関する本質的な健康問題はない。
- 超低周波電界が「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」とのIARCの見解を変更しない。
- 全体として、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。

- ・疫学的証拠は、潜在的な選択バイアス等の問題がある。
 - ・大多数の動物研究では影響は示されていない。
 - ・がんの発生に関連して、受け入れられている生物物理学的メカニズムはない。影響があるならば、未知の生物学的メカニズムがある筈。
- その他の健康への悪影響(白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的変異、神経行動への影響、神経変性疾患)と、超低周波電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は、小児白血病についての証拠よりもはるかに弱い。

健康リスクの評価に基づき「WHOのガイダンス」としてまとめられ、各国の政府機関や産業界に対し、以下のように提言しています。

WHOのガイダンスの概要(ファクトシートNo.322)

- 高レベルの短期的ばく露にともなう健康影響は科学的に確立されているので、政策決定者は、労働者や一般人をこれらの影響から防護する国際的なばく露ガイドラインを採用すべきです。ばく露レベルがガイドラインの限度値を超えないように監視することも必要です。
- 長期的影響に関しては、超低周波電界ばく露と小児白血病との関連性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す。こうした状況から、以下を推奨します。
 1. 政府及び産業界は、電磁界ばく露の健康影響を解明するための研究プログラムを推進すべきです。
 2. 加盟各国は、全ての利害関係者との効果的で開かれたリスクコミュニケーション・プログラムを構築することが推奨されます。
 3. 新たな設備を建設する、または新たな装置(電気製品を含む)を設計する際には、ばく露低減のための低費用の方法を探索しても良いでしょう。但し、恣意的に低いばく露限度の採用に基づく政策は承認されません。

WHOでは、電磁界の健康リスクへの見解を、一般の人向けに、ファクトシート(Fact Sheet)として発表しています。上記、ファクトシートNo.322については、一般財団法人電気安全環境研究所電磁界情報センターが日本語に翻訳しています。

[_\(https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/Factsheet_No322.pdf\)](https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/Factsheet_No322.pdf) 

[ページ上部へ戻る](#)

サイト内検索  未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください

[検索](#) [拡張検索](#)

[ヘルプ](#) [リンク](#) [利用規約](#) [法的事項](#) [プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511
Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

政策について ▶ 政策一覧 ▶ 安全・安心 ▶ 産業保安 ▶ 産業保安規制の業務内容 ▶ 電力の安全 ▶ 電気設備の安全 ▶ 電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて ▶ 電磁界と健康 ▶ 電磁界に対する規制

印刷

電磁界に対する規制

国内外で電磁界に対する規制はあるのですか？

[電磁界の問題](#)
[電磁界とは](#)
[電磁界の性質・作用](#)
[健康への影響は？](#)
[国際機関の見解](#)
[経済産業省の対応](#)
[電磁界に対する規制](#)
[身の回りの電磁界](#)
[電磁界と健康について更に知りたい](#)
[用語集](#)
[このサイトについて](#)

海外では、1998年に刊行されたICNIRPのガイドライン（1998年版）を参考にした規制値やガイドラインを導入する国が多数あります（下表参照）。特に、欧州では、1999年に欧州理事会が加盟各国に対してICNIRPのガイドライン（1998年版）に準拠する措置を勧告しています。なお、一部の国ではICNIRPガイドラインに基づくばく露制限値に加え、住宅、病院、学校等の特に防護が必要な場所において、「念のための政策」に基づいた磁界の制限値を設定しています（下記注4参照）。

一方、我が国では、電界については、静電誘導による人の感知（ドアノブに触れた時に静電気によりパチッとする感じと同じ感覚）を防止する等の観点から、1976年に「電気設備に関する技術基準」に規制値を導入していますが、ICNIRPのガイドライン（1998年版）に比べて低い（厳しい）値になっています。

磁界については、「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」の提言を受け、2011年3月31日、上記技術基準にICNIRPのガイドライン（2010年版）に基づき、50Hz・60Hzともに200μTの規制値を導入しました（同年10月1日より施行）。

■電力設備を対象とした商用周波電磁界の一般公衆へのばく露に関する国内外の規制・ガイドライン等

		制定年	電 界		磁 界	
			(kV/m)	区 分	(μT)	区 分
国 際 レベル	ICNIRP 注1) (9ページの再掲)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		※	4.2(60Hz)	※	200(60Hz)	※
国 レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200(50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス	2000年	5	規制	100(50Hz) 注4)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア	2003年	5	規制	100(50Hz) 注4)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

規制：法規に基づいた義務的な基準 ガイドライン・勧告・基準：法的な拘束力を持たない自発的な基準・方針

注1)：ICNIRPはWHOの環境保健クライテリアNo.238の発刊を受けて、ガイドラインを2010年末に改訂しました。それまでの磁界のガイドライン値(1998年版)は100μT(50Hz)、83μT(60Hz)でした。

注2)：韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2kV/mです。

注3)：米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

注4)：スイス、イタリアでは本規制値(ばく露制限値)以外に住宅、病院、学校等の特に防護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磁界の制限値(スイス：1μT、イタリア：3μT)を設定しています。ただし、WHOの環境保健クライテリアNo.238は、このような念のための制限値を推奨しないと述べています。

注5)：英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

[ページ上部へ戻る](#)

サイト内検索  未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください

[検索](#)

[拡張検索](#)

[ヘルプ](#)

[リンク](#)

[利用規約](#)

[法的事項](#)

[プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511

Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

[政策について](#) ▶ [政策一覧](#) ▶ [安全・安心](#) ▶ [産業保安](#) ▶ [産業保安規制の業務内容](#) ▶ [電力の安全](#) ▶ [電気設備の安全](#) ▶ [電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて](#) ▶ [電磁界と健康](#) ▶ [身の回りの電磁界](#)

[印刷](#)

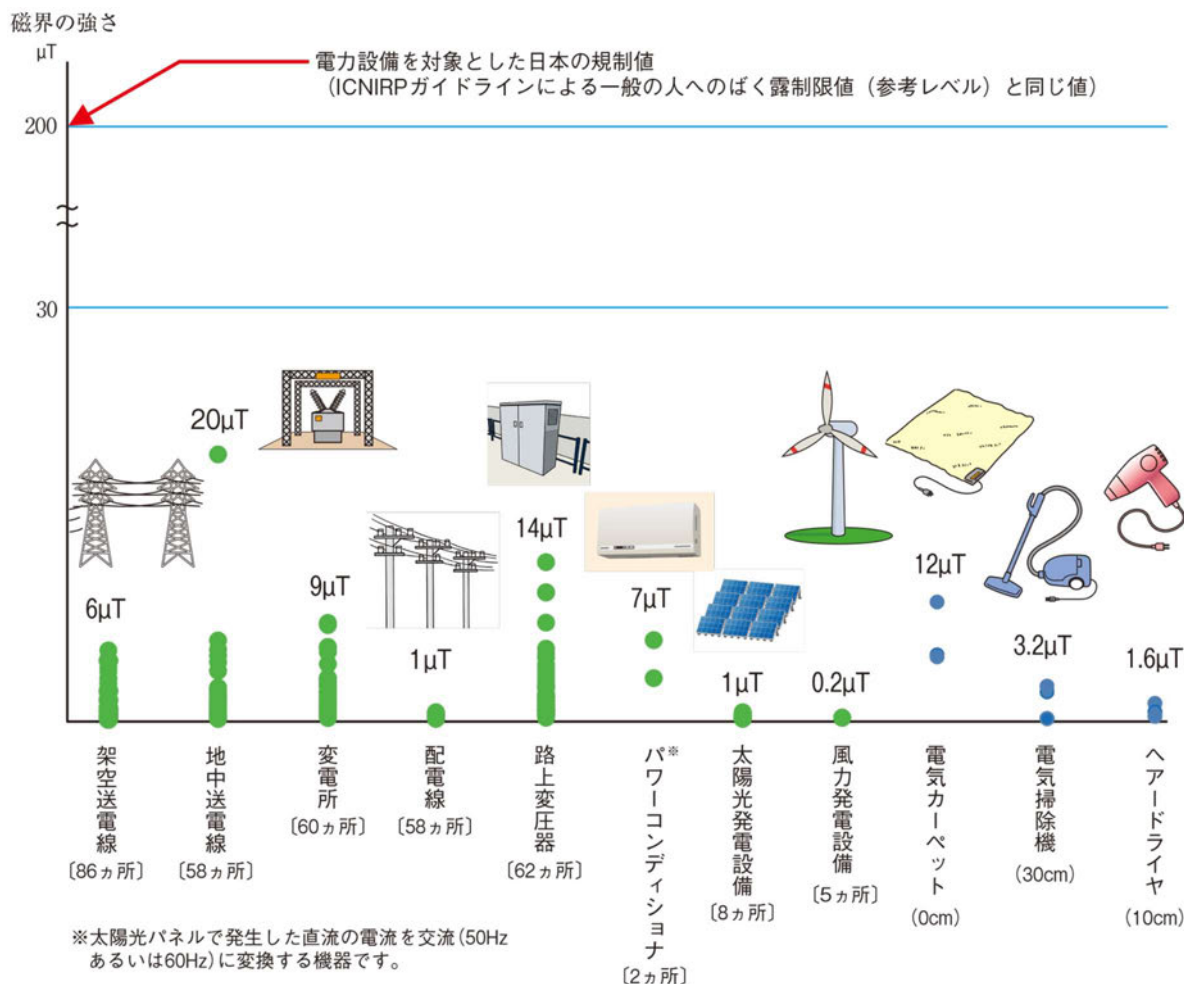
身の回りの電磁界

身のまわりの磁界の強さはどのくらいですか？

電磁界の問題	電磁界とは	電磁界の性質・作用	健康への影響は？	国際機関の見解
経済産業省の対応	電磁界に対する規制	身の回りの電磁界	電磁界と健康について更に知りたい	用語集
このサイトについて				

送電線等の電力設備や家電製品のまわりに電磁界は発生します。下の図に身のまわりの代表的な電力設備や家電製品の磁界の強さを示しますが、これらの値は電力設備を対象とした日本の規制値に比べ十分低い値となっています。

なお、電力設備や家電製品の電界（超低周波電界）については、[WHOのファクトシート No.322](#)  において、健康上の問題はないとの見解が示されています。



- 平成24～令和3年度の経済産業省委託事業における磁界測定結果です。日本各地の電力設備について、様々な時間帯で実際に測定した値です。
- [] は測定カ所数を示します。
- 磁界の強さは測定結果の最大値です。
〔「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「解釈」に示された測定方法による測定値。ただし、パワーコンディショナを除く〕
- 磁界の強さの単位としては、テスラ(T)の代わりにガウス(G)も使われますが、テスラ(T)の1万分の1がガウス(G)です。
(1G=100μT、1mG=0.1μT)
- 家電製品はさまざまな周波数の磁界を含みます。家電製品の測定値は、「家電製品から発生する磁界の評価」(一般財団法人電気安全環境研究所 電磁界情報センター、平成30年電気学会)より引用しています。
- 磁界の強さは測定結果の最大値です。
- () は家電製品から測定点までの距離を示します。

[ページ上部へ戻る](#)

サイト内検索 未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください

[検索](#) [拡張検索](#)

[ヘルプ](#) [リンク](#) [利用規約](#) [法的事項](#) [プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511
Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

[政策について](#) ▶ [政策一覧](#) ▶ [安全・安心](#) ▶ [産業保安](#) ▶ [産業保安規制の業務内容](#) ▶ [電力の安全](#) ▶ [電気設備の安全](#) ▶ [電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて](#) ▶ [電磁界と健康](#) ▶ [電磁界と健康について更に知りたい](#)

印刷

[電磁界と健康について更に知りたい](#)

電磁界と健康について更に知りたい場合には、情報はどこから得られるのですか？

電磁界の問題	電磁界とは	電磁界の性質・作用	健康への影響は？	国際機関の見解
経済産業省の対応	電磁界に対する規制	身の回りの電磁界	電磁界と健康について更に知りたい	用語集
このサイトについて				

各省庁のお問い合わせ先

経済産業省

商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課

【送電線等の電力設備から発生する超低周波（50・60Hz）電磁界】

国内外研究成果等に係る情報整理・収集・国民への情報提供等について

お問い合わせ：経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課

TEL：03-3501-1511（代）

関連ホームページ：

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_denjikai.html



商務情報政策局 情報産業課【家電製品等から発生する超低周波電磁界】

家電製品等から発生する超低周波電磁界の測定調査、情報提供について

お問い合わせ：経済産業省 商務情報政策局 情報産業課

TEL:03-3501-1511（代）

（参考）関連ホームページ：

https://aeha.or.jp/safety/pdf/emwave_detail.pdf

（一般財団法人 家電製品協会「平成25年度 家電製品から発せられる電磁波測定（10Hz～400kHz）調査」報告書）



総務省【携帯電話等の無線設備が使用する高周波（10kHz ～ 300GHz）電磁界】

電波防護指針の策定、電波の生体や医療機器等への影響に関する調査、情報提供について

お問い合わせ：総務省 総合通信基盤局 電波部 電波環境課

TEL:03-5253-5111（代）

関連ホームページ：

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/index.htm>



厚生労働省【労働者に対する健康障害防止対策】

レーザー加工機、紫外線照射装置等労働者に対する有害な光線へのばく露防止

お問い合わせ：都道府県労働局労働基準部健康主務課・労働基準監督署
関連ホームページ：



<https://www.mhlw.go.jp/kouseiroudoushou/shozaiannai/roudoukyoku/index.html>

国土交通省【鉄道の電気設備等から発生する低周波磁界】

鉄道の電気設備等から発生する低周波磁界の規制について

お問い合わせ：国土交通省 鉄道局 技術企画課

TEL:03-5253-8111（代）

文部科学省【基礎研究】

基礎研究について

お問い合わせ：文部科学省 研究振興局 研究振興戦略官付

TEL:03-5253-4111（代）

環境省【情報提供】

基礎的事項に関するパンフレット等による情報提供について

お問い合わせ：環境省 大臣官房環境保健部 環境安全課

TEL:03-3581-3351（代）

関連ホームページ：

https://www.env.go.jp/chemi/post_173.html



電磁界情報センター

電磁界情報センターは、「電力設備電磁界対

策ワーキンググループ報告書」

の提言を受けて設立された中立的組織で、
電磁界に関する様々な情報を発信しています。

ホームページでは、Webセミナーなどの
動画

も公開しています。

TEL:03-5444-2631

ホームページ：<https://www.jeic-emf.jp>



世界保健機関（WHO）

ホームページ：https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1

国際がん研究機関（IARC）

ホームページ：<https://www.iarc.who.int/>

国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）

[ページ上部へ戻る](#)

サイト内検索  未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください

[検索](#) [拡張検索](#)

[ヘルプ](#)

[リンク](#)

[利用規約](#)

[法的事項](#)

[プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511
Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

[政策について](#) ▶ [政策一覧](#) ▶ [安全・安心](#) ▶ [産業保安](#) ▶ [産業保安規制の業務内容](#) ▶ [電力の安全](#) ▶ [電気設備の安全](#) ▶ [電気設備から生じる電磁界に係る経済産業省の取り組みについて](#) ▶ [電磁界と健康](#) ▶ [このサイトについて](#)

印刷

このサイトについて

[電磁界の問題](#) [電磁界とは](#) [電磁界の性質・作用](#) [健康への影響は?](#) [国際機関の見解](#) [経済産業省の対応](#) [電磁界に対する規制](#) [身の回りの電磁界](#) [電磁界と健康について更に知りたい](#) [用語集](#) [このサイトについて](#)

このホームページは、経済産業省の委託事業「令和5年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業（電力設備電磁界情報調査提供事業）」により、一般財団法人電気安全環境研究所が改訂第20版（令和4年10月）について、各種URLおよび8ページのIARCによる発がんハザード分類数の更新、並びに12ページの磁界の測定事例に地中送電線のデータを追加（令和5年10月 大久保千代次監修）したものです。

本ホームページの内容は、パンフレット版「電磁界と健康」（PDFファイル）で閲覧いただくことが可能です。

ダウンロードはこちら → [「電磁界と健康」](#) 

 Adobe Reader ダウンロード（Adobeサイトへ） 

ページ上部へ戻る

サイト内検索  未入力のまま送信しても検索結果は表示されませんのでご注意ください [検索](#) [拡張検索](#)

[ヘルプ](#) [リンク](#) [利用規約](#) [法的事項](#) [プライバシーポリシー](#)

経済産業省 〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1 代表電話 03-3501-1511
Copyright Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

資料 3

電磁界の健康影響に関する講演会

予稿集

令和5年度

電磁波の健康影響に関する講演会

予 稿 集

共 催 : 総務省・経済産業省

事務局 : 株式会社 オーエムシー

一般財団法人 電気安全環境研究所

◆ 目次 ◆

	ページ
1. 目次	1
2. 電波の安全性に関する総務省の取組	3
3. NICTにおける電波ばく露レベルのモニタリング	17
4. 電力設備から発生する電磁界に関する経済産業省の取組	27
5. 電力設備から発生する磁界の測定結果	37
6. 電磁波（電磁界）その健康リスク評価とリスク管理	47

電波の安全性に関する総務省の取組

電波の安全性に関する 総務省の取組

総務省総合通信基盤局
電波部電波環境課

1

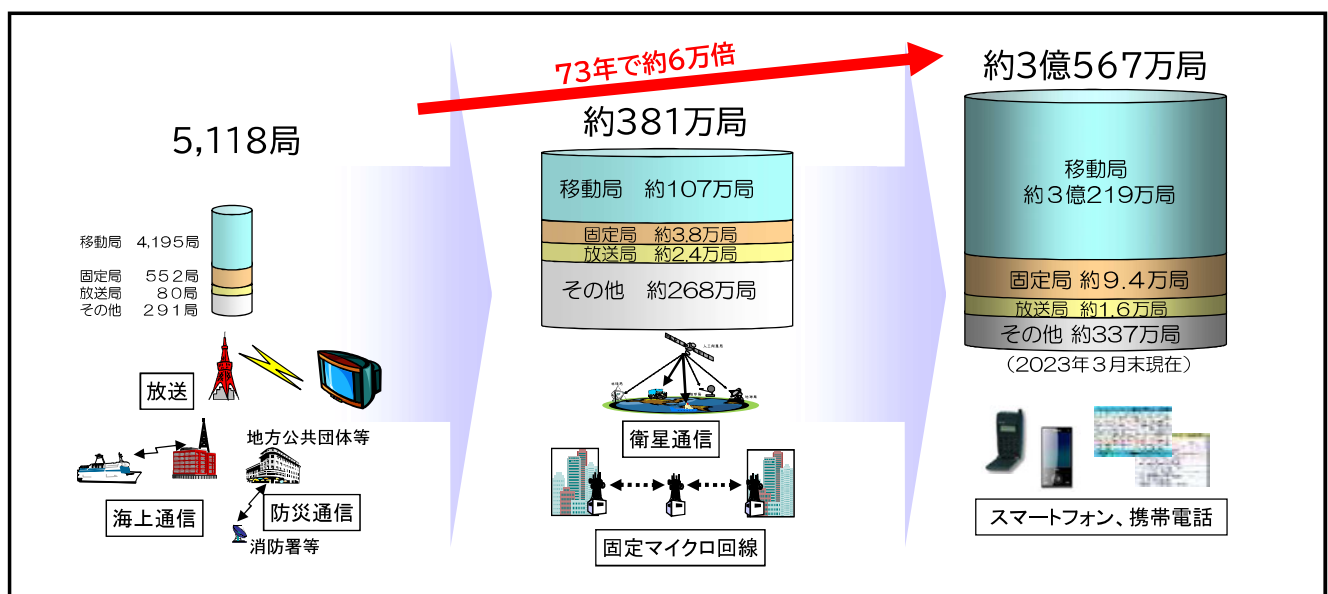
<本日の主な内容>

- 1 電波利用の拡大
- 2 電波が人体へ与える影響の防止について
 - ① 「電波防護指針」の概要
 - ② 電波の安全性に関する研究と国際動向
- 3 電波が医療機器等へ与える影響の防止について

1 電波利用の拡大

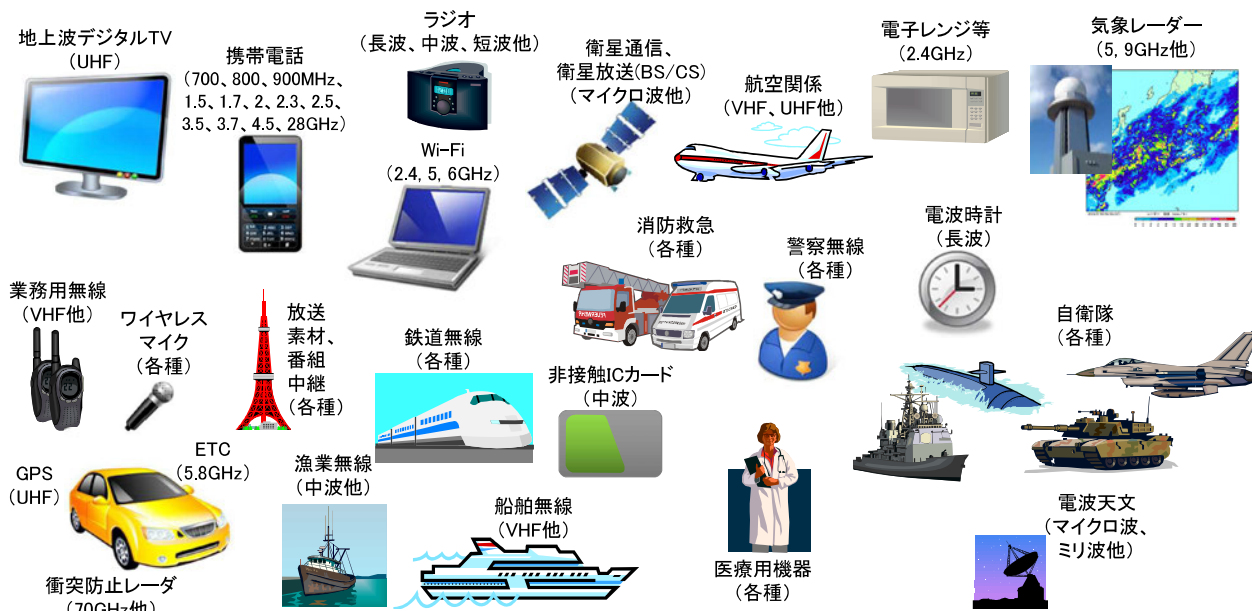
我が国の電波利用の変遷 ～無線局数及び主な利用の推移～

1950年	1985年	2023年
公共利用(放送、船舶・航空による保安通信、防災通信等)が中心	電気通信事業への民間参入が可能となり、電波の民間利用が急速に拡大	- 携帯電話、2億3百万加入超 3年間で約2倍のペースで移動通信トラフィックが増加



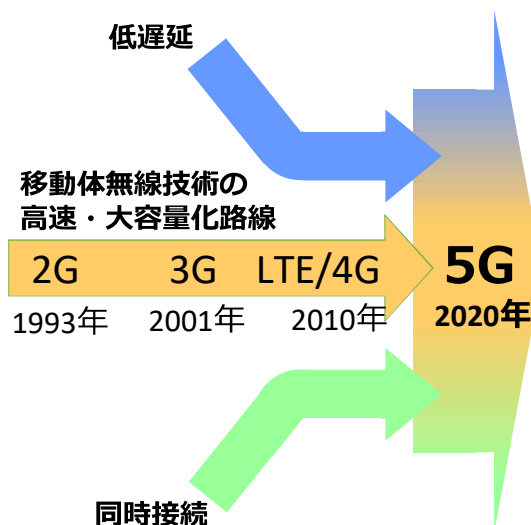
上記に加え、多くの免許不要局（無線LAN等）が開設され、電波利用が拡大。

- 電波は、国民生活の利便性向上や安心・安全の確保などの多様な分野で利用される**社会経済活動の重要基盤**。
- 携帯電話や放送だけではなく、Wi-Fi、非接触ICカードやETC等、**多くの電波利用機器が国民生活に浸透**。今後も、ワイヤレス電力伝送など、新たな機器の普及が見込まれている。



第5世代移動通信システム（5G）とは

5Gは、AI/IoT時代のICT基盤



超高速

最高伝送速度 10Gbps

⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード (LTEは5分)



超低遅延

1ミリ秒程度の遅延

⇒ ロボット等の精緻な操作 (LTEの10倍の精度) をリアルタイム通信で実現



多数同時接続

100万台/km²の接続機器数

⇒ 自宅屋内の約100個の端末・センサーがネットに接続 (LTEではスマホ、PCなど数個)



電波利用の普及・高度化に伴う
電波が「人体」や「医療機器等」に与える影響に対する懸念

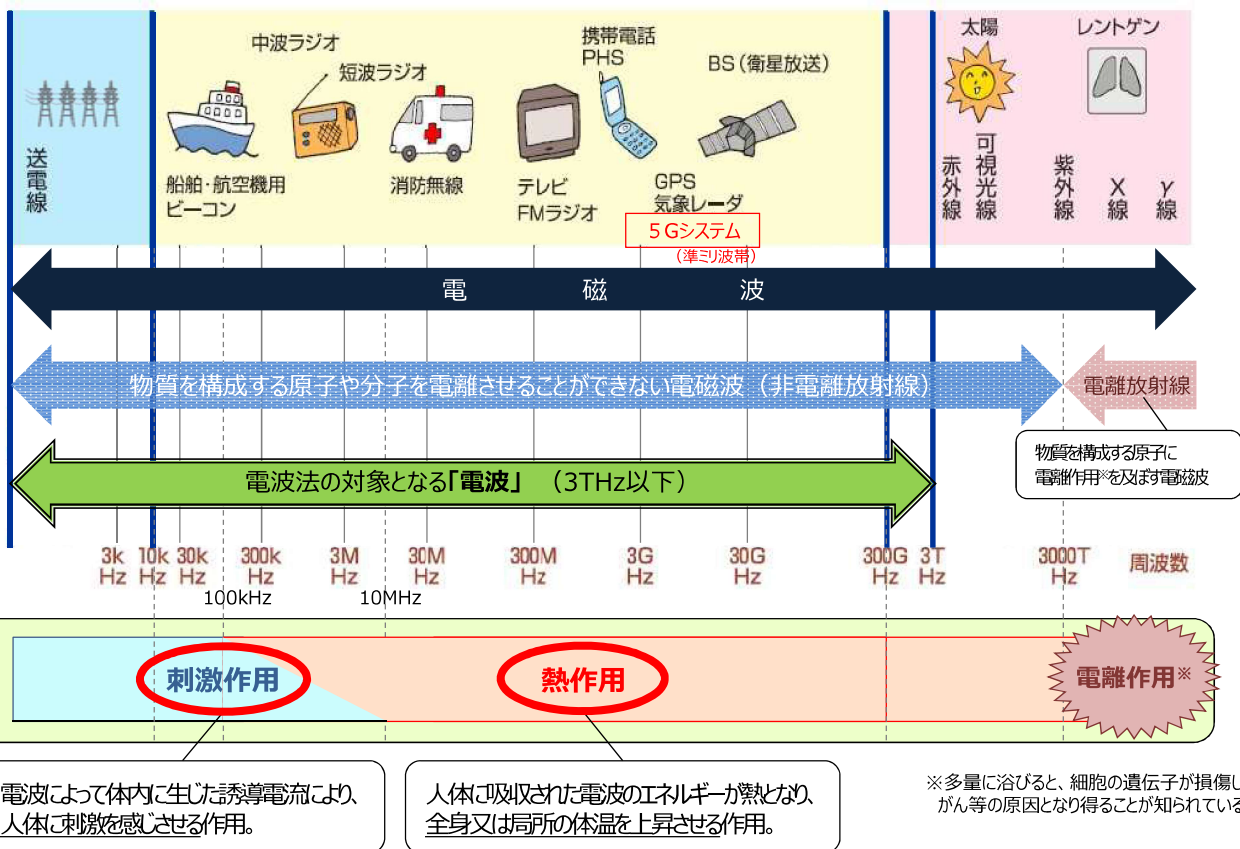
電波の安全性の確保の必要性



2 電波が人体へ与える影響の防止について

① 「電波防護指針」の概要

周波数による電磁波の分類



電波の人体に対する安全性の基準・規制

60年以上にわたる国内外での研究の結果、
電波が人体に及ぼす影響として科学的証拠が得られているのは
刺激作用 と 熱作用

電波防護指針

- 我が国における電波の人体に対する安全性の基準を示した指針
- 科学的に確立された証拠 (刺激作用、熱作用) を根拠としている
- 十分な安全率を考慮し、電波の管理状況に応じた指針値を設けている
- 国際的なガイドラインにも準拠

電波防護指針

電波法に基づく国内規制

- 携帯電話基地局や放送局における安全施設の設置を義務づけ
- 人体の近くで使用する携帯電話端末等の電波の許容値を強制規格化



これまでの研究において、安全基準を下回るレベルの電波で健康に悪影響を与える確立した証拠は出ていない。

※電波防護指針においては、10kHzから300GHzまでの周波数帯を対象としている。

生体影響を及ぼす電波の強さの閾値



～10倍の安全率

全身ばく露
深部体温1℃上昇を防止
(全身平均SAR 4W/kg)

局所ばく露
胸部では5℃、
頭部では2℃の上昇を防止
(局所SAR 20W/kg)

※SAR（比吸収率）とは生体が電磁界にさらされることで単位質量の組織に吸収される電力のこと

基礎指針 電波の生体作用を考慮した人体の安全性評価の基準となるもの



生体内部の物理量は直接測定できない

管理指針 基礎指針を満たすための測定できる物理量を示したもの

電波が全身に均一的に暴露される場合
電磁界強度指針

身体の局所に集中して吸収される場合
局所吸収指針

基地局、放送局等に適用

携帯電話端末等に適用



管理環境（電波を職業的に扱う環境）



5倍の安全率

一般環境（日常の生活環境）

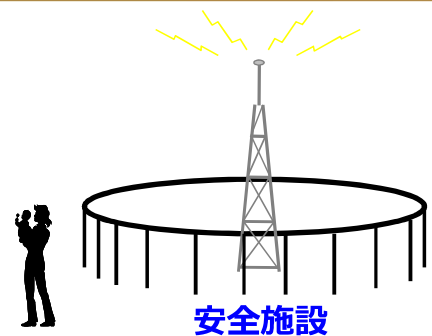


電波の強度に対する安全施設の設置

電波の強さが基準値を超える場所に一般の人々が容易に出入りできないよう、安全施設の設置を義務付け。

【電波法第30条】

【電波法施行規則第21条の4】



【一般環境の電磁界強度の指針値】

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)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz-10MHz	83	21	2.7×10^{-5}

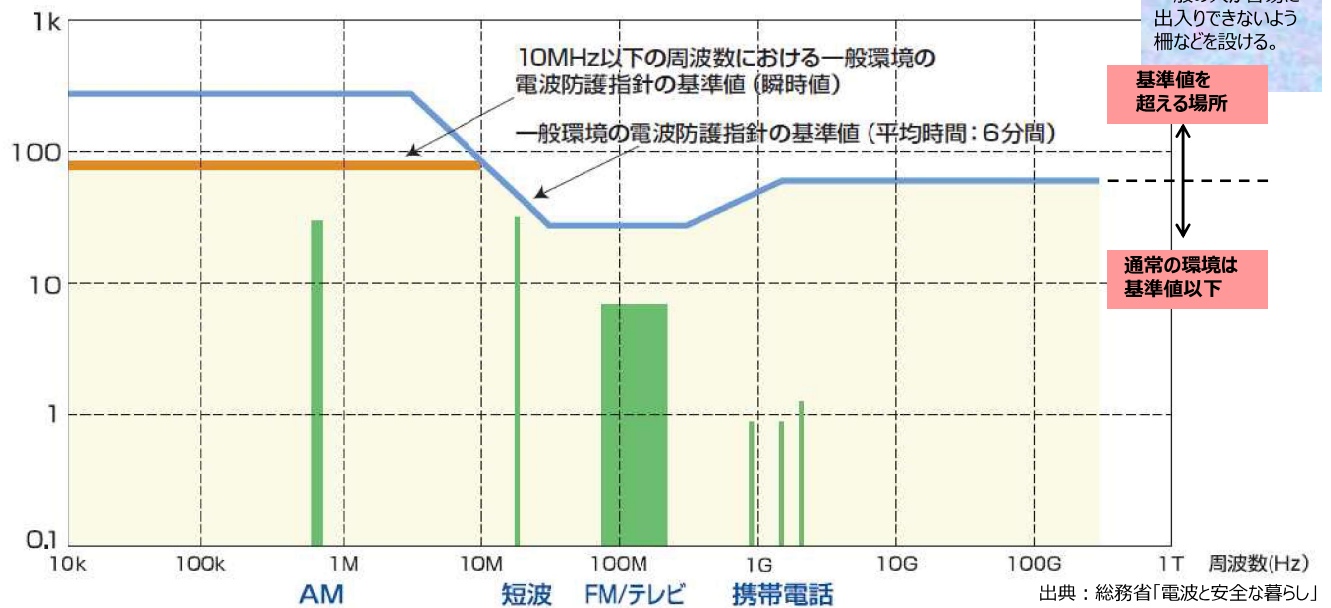
(時間平均を行わない瞬時の値)

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)
100kHz - 3MHz	275	$2.18f^{-1}$	
3MHz - 30MHz	$824f^{-1}$	$2.18f^{-1}$	
30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	
300MHz - 1.5GHz	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1

(6分間平均値)

※fはMHzを単位とする周波数

電界の強さ (V/m) (平均時間 6 分間)



総務省では、日常生活における様々な場所・場合における電波ばく露特性を明らかにするプロジェクト「電波ばく露レベルモニタリングデータの取得・蓄積・活用」を2019年度(令和元年度)より開始。
 国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)が受託し、生活環境における電波ばく露レベルのデータを取得中。

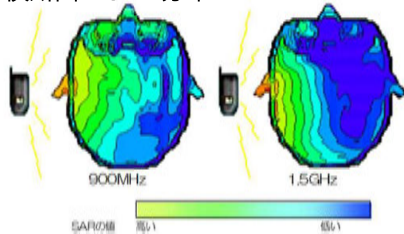
電波法による規制②

人体にばく露される電波の許容値

人体の近くで使用される携帯電話端末等から、人体にばく露される電波の許容値を強制規格として規定。【無線設備規則第14条の2】

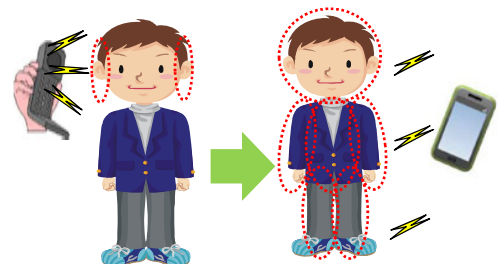
100kHz～6GHzの周波数帯

頭部横断面のSAR分布



側頭部で使用する無線設備について比吸収率(SAR)※の許容値を規定

※人体側頭部で吸収される電力の比吸収率(SAR: Specific Absorption Rate)



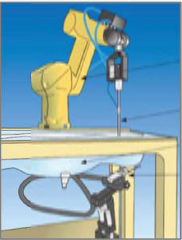
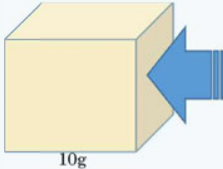
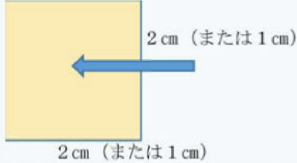
人体の側頭部以外の部位に近づけて使用する無線設備に対してもSAR許容値を適用(平成26年4月～)

6GHz～300GHzの周波数帯



6GHz以上の周波数帯に対応するため、入射電力密度の許容値を導入(令和元年5月)

- 5G(第5世代移動通信システム)では、6GHzを超える高い周波数が使用されるほか、6GHz超及び6GHz以下の周波数帯の電波を同時に発射する機能や、アクティブフェーズドアレイアンテナにより特定方向へ電波を発射する機能など、電波が人体へばく露される条件が変わる。
- 6GHzを超える高い周波数帯では、電波の波長が短くなる(波長は周波数に反比例)ことから、体表面に電波が集中する場合の熱作用を考慮し、許容値を規定。

周波数帯	100kHz～6GHz	6GHz～300GHz
許容値 【一般環境】	比吸収率(SAR) ※任意の生体組織10gが電磁界に照射されときの、 単位質量当りの吸収電力(6分間平均)	入射電力密度(IPD) ※任意の体表面における平均化面積に対する 単位面積あたりの電力(6分間平均)
SARの測定模様 	任意の組織 10g 当たり 2W/kg (四肢は4W/kg) 	6GHz～30GHzの周波数帯 任意の体表面 4cm² 当たり 2mW/cm² 以下 30GHz～300GHzの周波数帯 任意の体表面 1cm² 当たり 2mW/cm² 以下 
主な 対象端末	第3世代携帯電話(3G)、 第4世代携帯電話(LTE) など	第5世代携帯電話(5G) など

2 電波が人体へ与える影響の防止について

② 電波の安全性に関する研究と国際動向

- ◆ 総務省では、無線局から発射される電波について、電波防護指針の妥当性の確認・適正化や、電波が与える影響の評価技術の確立・標準化を行うため、電波が人体に与える影響に関する研究を実施。
- ◆ 5Gやワイヤレス電力伝送（WPT）等の先進的なシステムの電波が人体へ与える影響について、疫学調査や細胞・動物実験等様々なアプローチにより実施。

生体電磁環境研究の例

□疫学調査



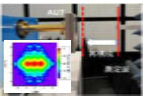
疾病者と健康な人の電波を発する機器の利用状況等を調査し、疾病の発症リスクを調査

□細胞・動物実験

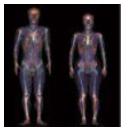


電波ばく露による動物や細胞への影響の有無を調査

□測定・解析システム開発



5G端末用電力密度計測システムの開発



数値人体モデル等を用いたシミュレーション技術の開発

□電磁界ばく露レベルの調査



身の周りの電磁界ばく露レベルについてモニタリングデータを取得し、データに基づいた疫学調査等を実施。

多様な無線システムの普及



利用する周波数帯の拡大

主に高周波を利用
(10MHz-6GHz)

中間周波 (10kHz-10MHz)・
超高周波 (6GHz-3THz)
へ利用が拡大

複雑な電波環境における電波の安全性を確保するため、5GやWPT等の先進的なシステムの電波が人体へ与える影響に関する研究や周波数横断的な電磁界ばく露レベルモニタリング調査等に重点的に取り組む。

※「生体電磁環境に関する研究戦略検討会」第一次報告書（平成30年6月）を基に作成

これまでの総務省委託研究（総務省電波利用ホームページ）：

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/seitai/protect/index.htm>

電波の安全性に関する国際機関

WHO（世界保健機関）

- 国連の専門機関（本部：ジュネーブ）
- 電波の人体への影響に関して
 - ✓ 各国の研究成果を収集
 - ✓ 総合的な健康リスク評価を実施
 - ✓ 最新の見解をファクトシートとして公表



寄与

情報共有

IARC（国際がん研究機関）

- WHOの下部組織
- 電磁波を含む様々な物質に対する発がん性を評価

ICNIRP

（国際非電離放射線防護委員会）

- 独ミュンヘンに本部を置く非営利法人
- WHOと公式に連携、欧州委員会と連携
- 電波防護のための国際的ガイドラインを作成



同等性
確保

IEEE/ICES

（米国電気電子学会／電磁界安全国際委員会）

- IEEEのSA（標準化委員会）の下で、電波防護標準を策定



総務省

研究推進

評価・検証

国内指針策定

国内制度化

大学

研究機関

企業

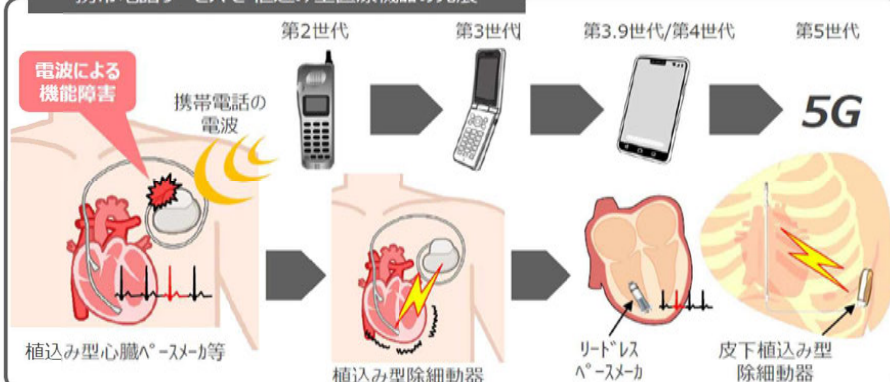
関係省庁
等

3 電波が医療機器等へ与える影響の防止について

電波が医療機器等へ与える影響

- 各種電波利用機器から発射される電波が原因で、医療機器の電気信号等に干渉を起こし、誤作動を起こすことがある。特に、ペースメーカー等の植込み型医療機器については、**目視で機器の確認ができず、人が密集する電車内等において特に注意が必要**となる。
- 総務省では、携帯電話等からの電波が植込み型医療機器等に及ぼす影響について、「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器等へ及ぼす影響を防止するための指針」を平成17年に策定。**携帯電話端末の植込み型医療機器との推奨離隔距離**を22cmとしていたが、平成25年、第2世代携帯電話のサービスの終了を受け、**15cm**と変更した。
- また、近年、在宅環境で人工呼吸器等を使用した高度な医療行為を受ける患者数が増加しており、**在宅医療機器は携帯電話端末等の電波発射源と不用意に接近することも想定される**ことから、その影響についても正確に把握する必要があるため、継続的な調査を実施している。

携帯電話サービスと植込み型医療機器の発展



各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針（一部抜粋）

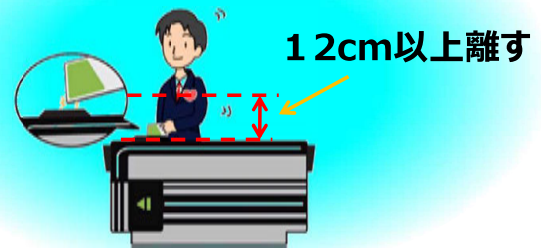
20

携帯電話端末

- 植込み型医療機器の装着者は・・・
装着部位から15cm程度以上離す
- 携帯電話端末の所持者は・・・
離隔距離が15cm程度以下になることがないように注意
15cm程度の離隔距離が確保できないおそれがある場合には、電波を発射しない状態に切り替えるなどの対処をすることが望ましい



ワイヤレスカードシステム（非接触ICカード）



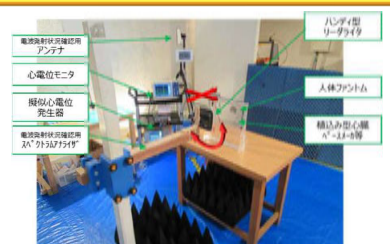
電子商品監視（EAS）機器（万引き防止装置など）



（参考）電波の植込み型医療機器等への影響調査の結果

21

- 総務省では、各種の電波利用機器から発射される電波が植込み型医療機器や在宅医療で使用する医療機器等へ及ぼす影響について調査を実施。
- 近年実施した調査内容及び結果概要は以下のとおり。植込み型心臓ペースメーカーについては4G以降影響が確認されておらず、在宅医療機器については一部機種において影響が確認されている（ただし、影響発生距離は推奨離隔距離よりも短い）状況。



年度	内容	結果概要
令和元年度	5G携帯電話端末等からの電波の植込み型心臓ペースメーカー等への影響の調査	模擬システムを電波発射源とした5Gの3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の電波は植込み型ペースメーカー等のいずれにも影響を与えなかった。
	携帯電話端末が発射する電波の在宅医療機器への影響の調査	影響が発生した距離が最も大きな在宅医療機器は個人用透析装置で、900MHz帯の電波によって7cmで影響が発生（電波発射源を遠ざけることで影響はなくなる可逆的な不具合状態）。
令和2年度	920MHz帯パッシブタグシステム用RFID機器からの電波が植込み型心臓ペースメーカー及び植込み型除細動器に与える影響	RFIDの最大影響発生距離は10cmであり、現行指針の離隔距離22cm以内であることが確認された。
	無線LAN機器が発射する電波の在宅医療機器への影響測定	最大の影響発生距離は成人用人工呼吸器で2cm、汎用人工呼吸器で1cm未満であることが確認された。
令和3年度	第5世代移動通信システム(5G)の携帯電話端末からの電波による植込み型医療機器等への影響調査	5Gの端末実機を電波発射源とした3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の各周波数帯の電波は、植込み型心臓ペースメーカー等のいずれにも影響を与えなかった。
	植込み型医療機器の指針の見直しや国際規格との整合に向けた方策検討	国際整合性が考慮された総務省の指針に関しては離隔距離に関して直に見直しを行うことは現実的ではなく、当面の間15cmの離隔距離は維持すべきと考える。
令和4年度	第5世代移動通信システム(5G)の携帯電話端末からの電波による医療機器への影響調査	3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の電波について、在宅医療機器と、院内医療機器」の計9種類24台の医療機器に対して影響測定を実施し、いずれの医療機器でも影響は発生しなかった。

これまでの電波の医療機器等への影響の調査（総務省電波利用ホームページ）：<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/seitai/chis/index.htm>

ご静聴ありがとうございました

総務省 電波利用ホームページ（電波の安全性について）：
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/index.htm>

電波の安全性に関する相談窓口：0570-021-021

【受付時間：月曜日から金曜日 10:00～12:00、13:00～17:00（祝日、年末年始（12月29日から1月3日）は除く）】

注1：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社が定める通話料がかかります。電話会社の通話料割引サービスや、携帯電話の料金定額プランの無料通信は適用されませんのでご注意ください。

注2：一部のIP電話では、利用できない場合があります。

NICTにおける電波ばく露レベルのモニタリング

NICTにおける電波ばく露レベルのモニタリング

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)
電磁波研究所 電磁波標準研究センター
電磁環境研究室

電磁波の健康影響に関する講演会

NICT(情報通信研究機構)概要

- ※ 1896年(明治29年)の逓信省電気試験所における無線電信の研究がルーツ
- ※ 情報通信分野を専門とする我が国内唯一の公的研究機関
- ※ 研究分野は、電磁波・ネットワーク・セキュリティ・ユニバーサルコミュニケーション等



日本標準時
(うるう年の調整風景)



宇宙天気予報

NICTにおける研究の例



サイバーセキュリティ

電磁波の健康影響に関する講演会

電波ばく露レベルモニタリングに関する研究



- ※ 生活環境中の多くの機器・装置にてさまざまな周波数の電波を利用
- ※ 国の安全基準を満足することの確認が義務付け
- ※ しかし、実際の生活環境中でどのくらいの強さの電波が存在しているか不明



目的; 日常生活における電波ばく露特性を、過去の状況も踏まえて明確化

- ※ 実際の生活環境中における測定
- ※ 取得したデータの公開
- ※ 長期にわたる保存

研究プロジェクトのホームページはこちら↓
<https://emc.nict.go.jp/mnt/index.html>

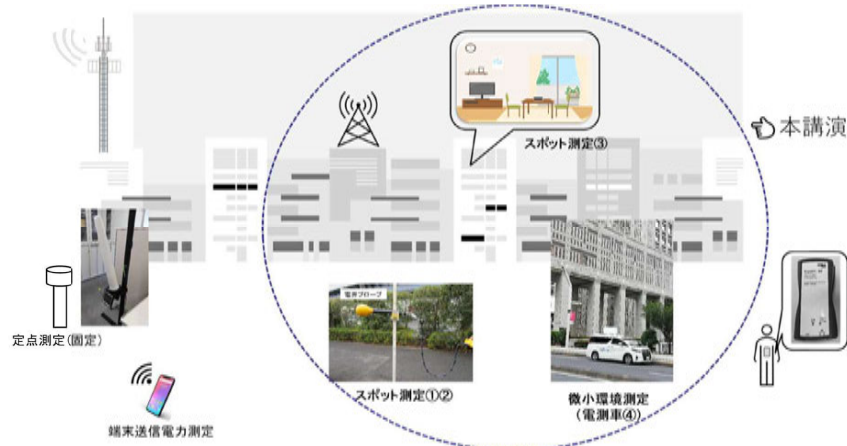


本講演の概要

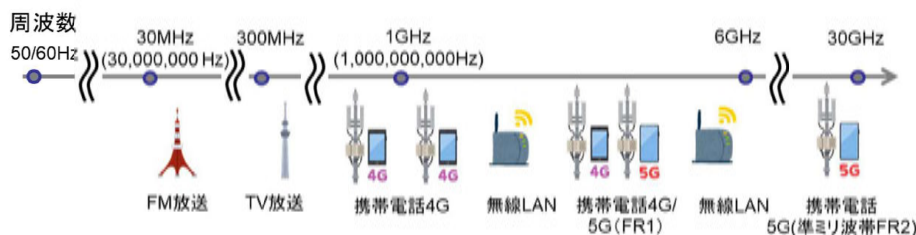


実際の生活環境中における測定結果を紹介

- ①②屋外; 主に携帯電話基地局(5G含む)、放送送信所からの電波レベル
- ③屋内; 住居および教室内の屋外からの電波と無線LANの電波レベル
 ※教室内は、ノートPC搭載の携帯電話からの電波レベルも測定
- ④車を用いた広域の電波レベル



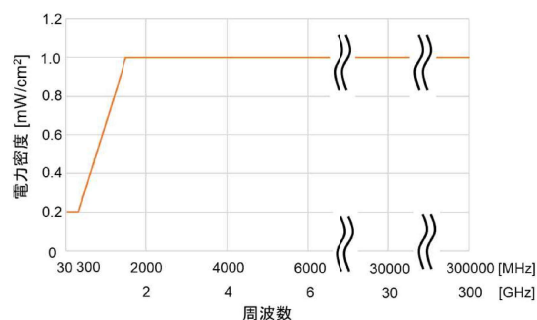
測定対象システムと電波防護指針



測定対象システムと周波数の関係

電波防護指針※

- ※ 電波が人体に好ましくない影響を及ぼさないように設定した「電波の強さの上限値」
- ※ 身の回りの電波を利用する機器は、電波防護指針に基づく規制により安全を担保
- ※ 防護指針値は、電界や電力に関する単位 (mW/cm^2) 等で規定
- ※ 6分間の時間平均値で評価



一般環境の電波防護指針

※ 総務省「電波と安心な暮らし」(2020年3月) https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/e/e/body/emf_pamphlet.pdf

電磁波の健康影響に関する講演会

測定概要①: 屋外 携帯電話基地局等/放送送信所

携帯電話基地局等

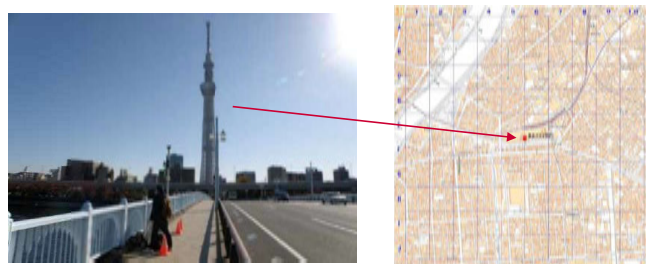
- ※ 測定場所
 - ★ 都市: 主要駅周辺 2カ所
 - ★ 市街: 人口密度(10,000人程度) 2カ所
 - 2006年測定結果と比較
 - ★ 郊外: 人口密度(数1,000人程度) 3カ所
 - 2カ所について2006年測定と比較
 - ★ 地下街: 主要駅周辺 1カ所
 - 2008年測定結果と比較
- ※ 測定ポイント
 - ★ 屋外: 1 km^2 内を10 × 10に分割(最大100サンプル)
 - ★ 地下街: 158地点に分割(158サンプル)
- ※ 測定結果
 - ★ 時間平均値
 - ★ 各サンプルのうち、最大値と中央値を表示

注: 携帯電話端末等からの電波は対象外



放送送信所

- ※ 測定場所
 - ★ 東京スカイツリーを中心に周辺1カ所
- ※ 測定ポイント
 - ★ 4 km^2 内を10 × 10に分割(100サンプル)
- ※ 測定結果
 - ★ 時間平均値
 - ★ サンプルのうち、最大値と中央値を表示



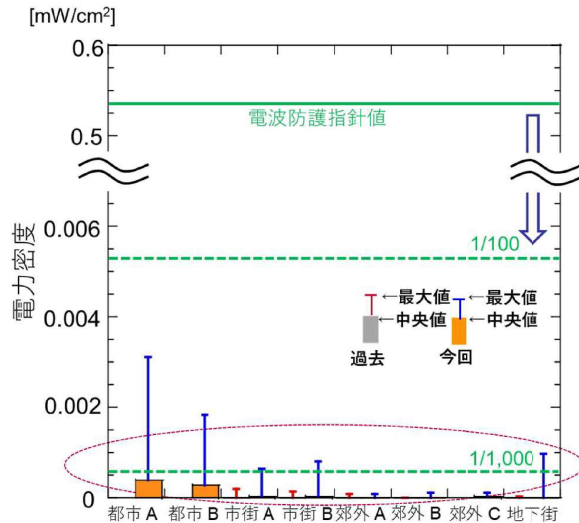
①屋外における測定結果;携帯電話基地局等

※ 電波のレベル

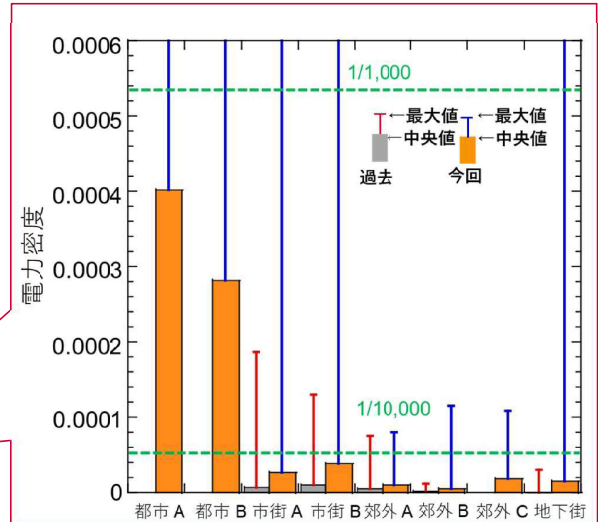
- ★ 現在 > 過去 (屋外で約3倍)
- ★ 都市 > 市街 > 地下街 > 郊外

※ 防護指針との比

- ★ 最大値 < 1/100
- ★ 中央値 < 1/1,000 ~ 1/10,000



拡大



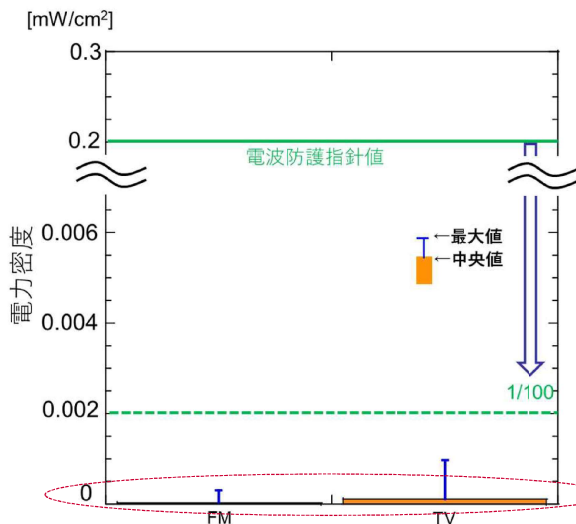
①屋外における測定結果;放送送信所

※ 電波のレベル

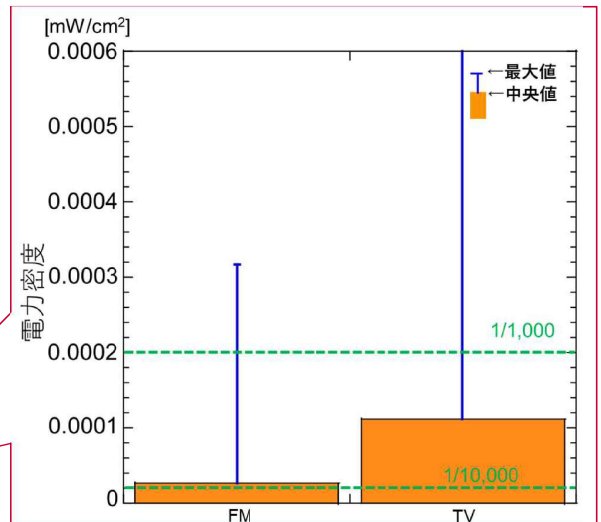
- ★ 都市 > TV > 市街
- ★ FM > 郊外

※ 防護指針との比

- ★ 最大値 < 1/100
- ★ 中央値 < 1/1,000



拡大



測定概要②:屋外 5G携帯電話基地局

※ 6 GHz以下の周波数帯 (FR1)

★ 測定場所

- ★ 東京都内および近郊 **51地点**

※ 準ミリ波; 28 GHzの周波数帯 (FR2)

★ 測定場所

- ★ 東京都心 3カ所 (各5地点) **15地点**

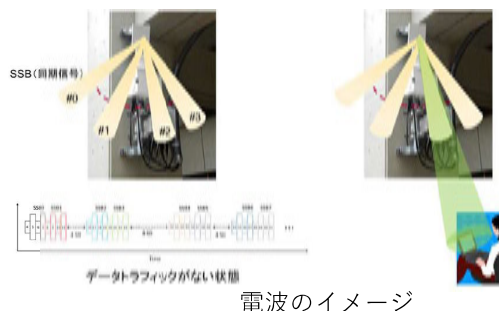
※ 測定方法

- ★ データなし; 測定点付近でスマートホンにOnのみ
- ★ データあり; 測定点付近でスマートホンにデータを連続的にダウンロード

※ 測定結果

- ★ 時間平均
- ★ 各サンプルのうち、最大値と中央値を表示

※ 注; 携帯電話端末等からの電波は対象外



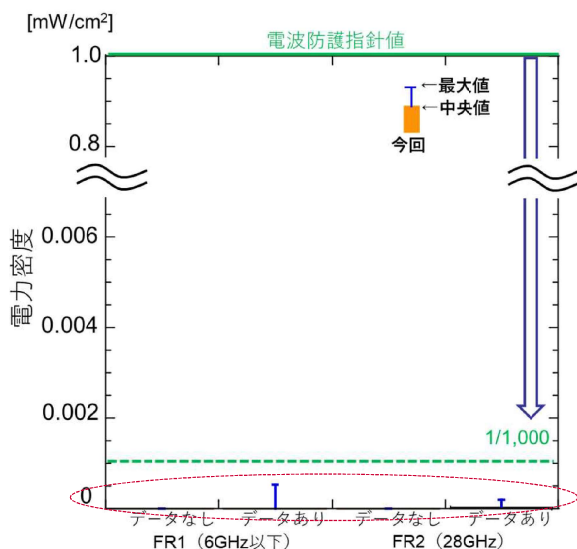
②屋外における測定結果; 5G携帯電話基地局

※ 電波のレベル

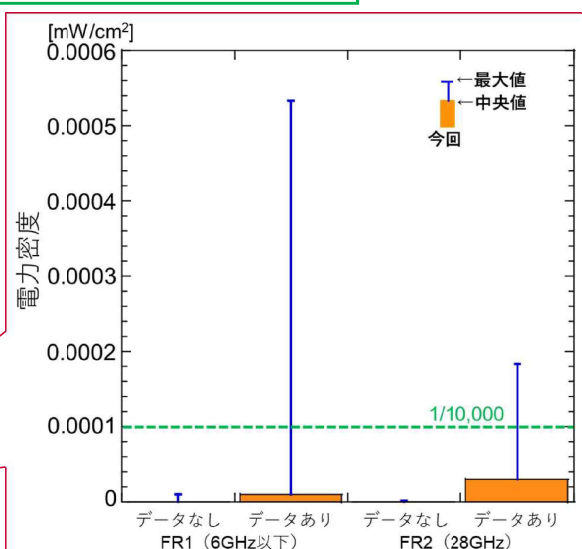
- ★ データあり > なし

※ 防護指針との比

- ★ 最大値 < 1/1,000
- ★ 中央値 < 1/10,000



拡大



測定概要③: 住居内/教室内 携帯電話基地局/放送/無線LAN

住居内

- * 48名のボランティアによる測定
- * 携帯型測定器を住居内に置いて1日連続測定
- * 放送、携帯電話基地局、無線LANを対象
- * 6分間の移動平均値を計算
- * 48宅中で最大値と中央値を表示

教室内

- * 小学校: 2教室
- * 中学校: 2教室
- * PC使用時は、携帯電話回線でインターネットに接続
- * 携帯型測定器を教室の前後に設置し昼間連続測定
- * 放送、携帯電話基地局、PCの携帯電話回線、無線LANを対象
- * 6分間の移動平均値を計算



③屋内における測定結果: 住居内/教室内

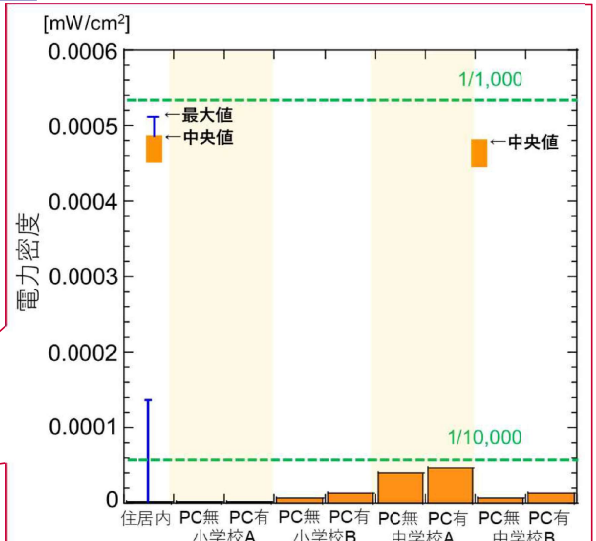
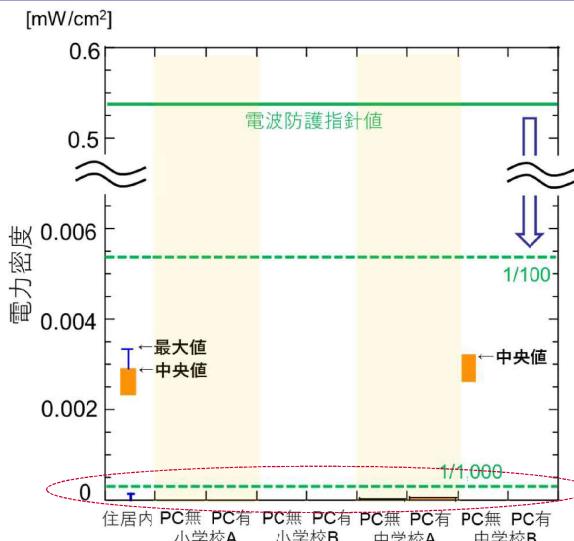
* 電波のレベル

- * 屋外 > 住居内
- * PC使用 > PC未使用
- * 無線LANは携帯電話基地局からの電波の半分程度
 - 無線LAN (0.00000037 mW/cm²) *
 - 携帯電話基地局電波 (0.00000080 mW/cm²) *

※中央値

* 防護指針との比

- * 最大値 < 1/1,000
- * 中央値 < 1/10,000



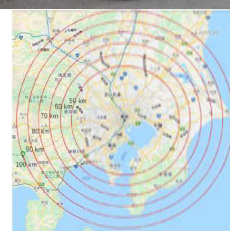
測定概要④: 車(電測車)による測定

※ 測定範囲

- ★ 日本橋を中心に半径100 km圏内を約15,000km測定(令和3年度)
- ★ 札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、福岡周辺約40km圏内をそれぞれ2,500km測定(令和4年度)
- ★ 新潟、金沢、岡山、広島、熊本、松山、徳島、浜松、静岡をそれぞれ1,000km測定(令和5年度)

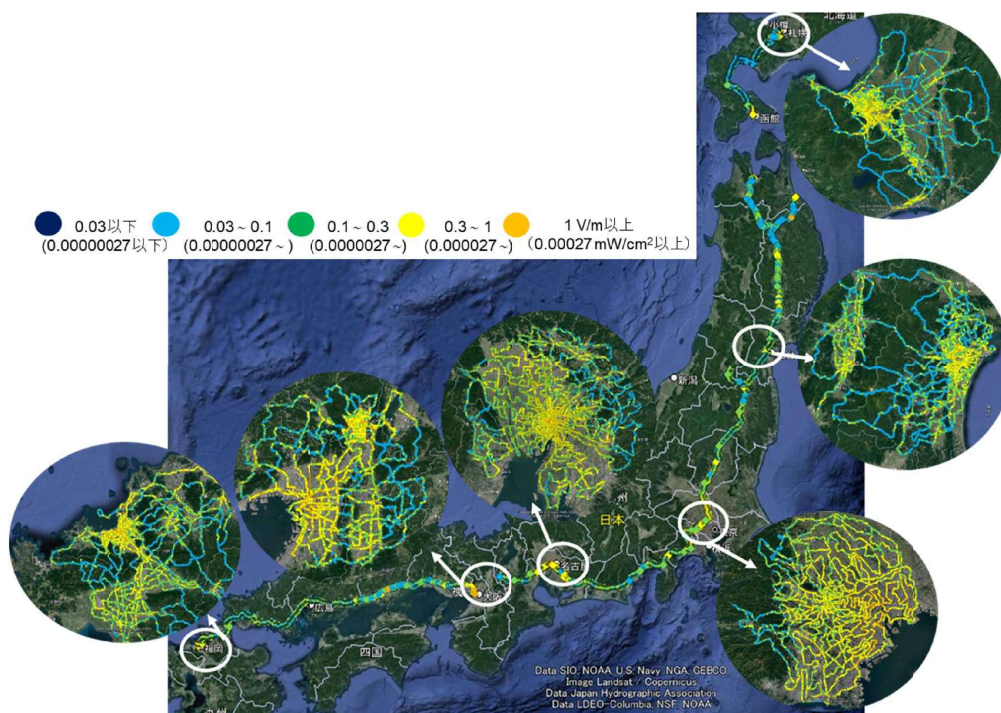
※ 測定方法

- ★ 走行しながら自動測定(約5秒間隔)
- ★ 放送、携帯電話基地局等が対象
- ★ 時間平均なし



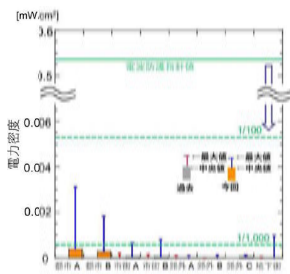
令和3年度

④電測車による広域の測定結果(令和4年度)

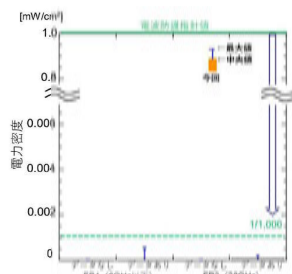


屋外・住居内・教室内における携帯電話基地局、放送、無線LANなどの電波レベルを測定

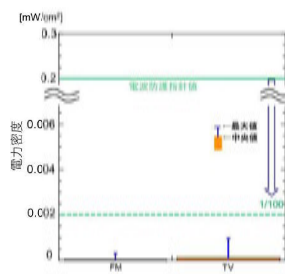
- * 電波防護指針値より最大値で1/100 ~ 1/1,000 (中央値で1/1,000 ~ 1/10,000)
 - * 5G ⇒ 1/1,000以下(最大値)
 - * 放送送信所直近 ⇒ 1/100以下(最大値)
 - * 住居内・教室内 ⇒ 1/1,000以下(最大値)
- * 過去(2006年)に比べ、屋外で約3倍増加



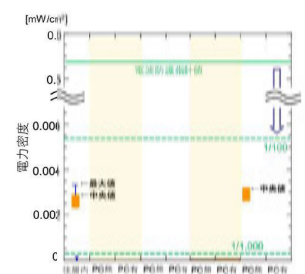
①屋外；携帯電話基地局



②屋外；携帯電話基地局5G



①屋外；放送送信所



③住居・教室内
携帯電話基地局/放送/無線LAN

本研究は総務省「電波の安全性に関する調査及び評価技術」事業JPMI10001の助成を受けたものです

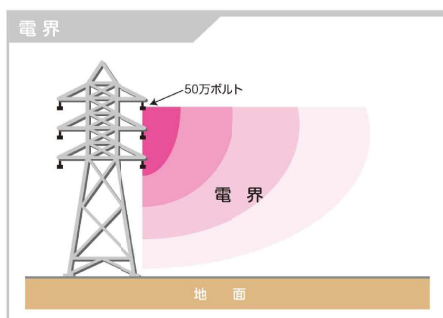
電力設備から発生する電磁界に関する
経済産業省の取組

電力設備から発生する電磁界に関する 経済産業省の取組

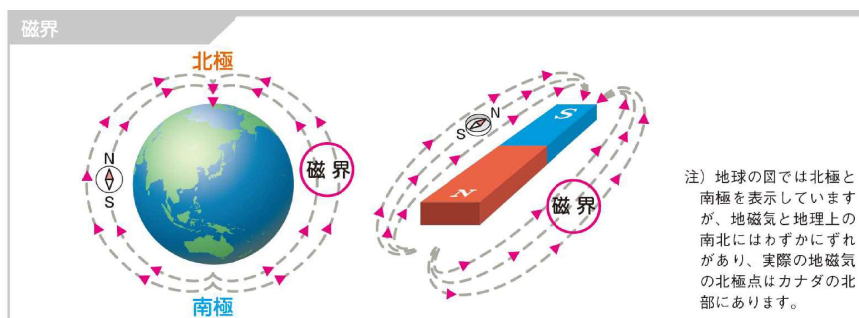
経済産業省 商務情報政策局
産業保安グループ 電力安全課

1. 電磁界とは

- 電磁界とは、「電界」と「磁界」が合わさったものです。
- 電気のある空間（場所）のことを「電界」といいます。家電製品や送電線等の電力設備の周りにはすべて電界ですが、家庭の電灯線（100～200ボルト）程度では感じることはありません。
- 磁気のある空間のことを「磁界」といいます。地球（地磁気）や磁石のほか、電力設備に電気が流れている周辺にも磁気が発生し、磁界があります。
- 一般に、電界及び磁界は**発生源からの距離とともに急激に弱くなります**。



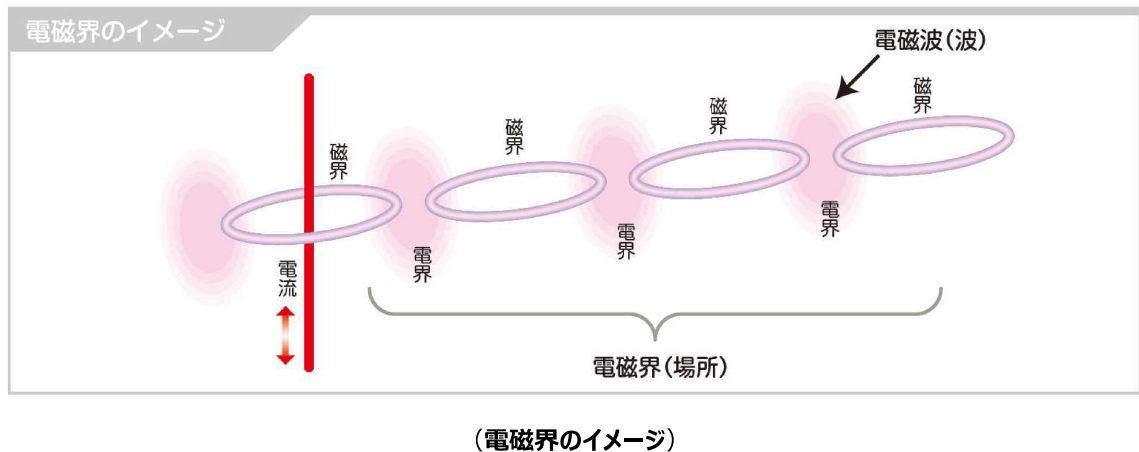
（電界のイメージ）



（磁界のイメージ）

1. 電磁界とは

- 電流の方向や強さが時間的に変化する（交流）と互いに影響し合うようになり、電界があると磁界が生じ、磁界があると電界が生じる、というように次々と波のように遠くに伝わっていきます。この波のことを電磁波といい、波の伝わっている空間（場所）を電磁界といいます。
- 電磁波が「波」で、電磁界は波のある「海」というイメージです。



2

1. 電磁界とは

- 電磁波（電磁界）は周波数・波長によって分類されます。
- 日本では、周波数が50Hz又は60Hzの電気が使用されており、これは電磁波の中では超低周波（周波数300Hz以下）に分類されます。

■ 代表的な電磁波(電磁界)の種類と用途

分類	名称	周波数f(Hz)	波長λ	主な用途(例)
電磁波	放射線			
	ガンマ(γ)線	3x10 ¹⁶ 以上	10nm以下	ガンマ線(放射線)治療
	エックス(X)線			レントゲン検査、非破壊検査
	紫外線	約3x10 ¹⁵ ~16	10~400nm	殺菌灯、人工日焼けマシン
	可視光線	約3x10 ¹³ ~15	400~800nm	照明、テレビ(画像)、レーザーポインター
	赤外線	約3x10 ¹² ~13	0.8μm~1mm	赤外線リモコン、赤外線ヒーター
	サブミリ波	3x10 ¹¹ ~12	0.1~1mm	電波望遠鏡
	ミリ波(EHF)	3x10 ¹⁰ ~11	1~10mm	車載用レーダー
	センチ波(SHF)	3x10 ⁹ ~10	1~10cm	衛星放送(BS)、衛星通信(CS)、5G(第5世代移動通信)
	極超短波(UHF)	3x10 ⁸ ~9	0.1~1m	テレビ放送、電子レンジ、携帯電話
	超短波(VHF)	3x10 ⁷ ~8	1~10m	FMラジオ放送、航空管制
	短波(HF)	3x10 ⁶ ~7	10~100m	ICカード、国際放送
	中波(MF)	3x10 ⁵ ~6	0.1~1km	AMラジオ放送
	長波(LF)	3x10 ⁴ ~5	1~10km	IH調理器、非接触型充電器(電気自動車用、携帯電話用)
	超長波(VLF)	3x10 ³ ~4	10~100km	IH調理器
	極超長波(ULF)	3x10 ² ~3	100~1000km	鉱山での通信
	超低周波(ELF)	300以下	1000km以上	家電製品、送電線等の電力設備

(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)

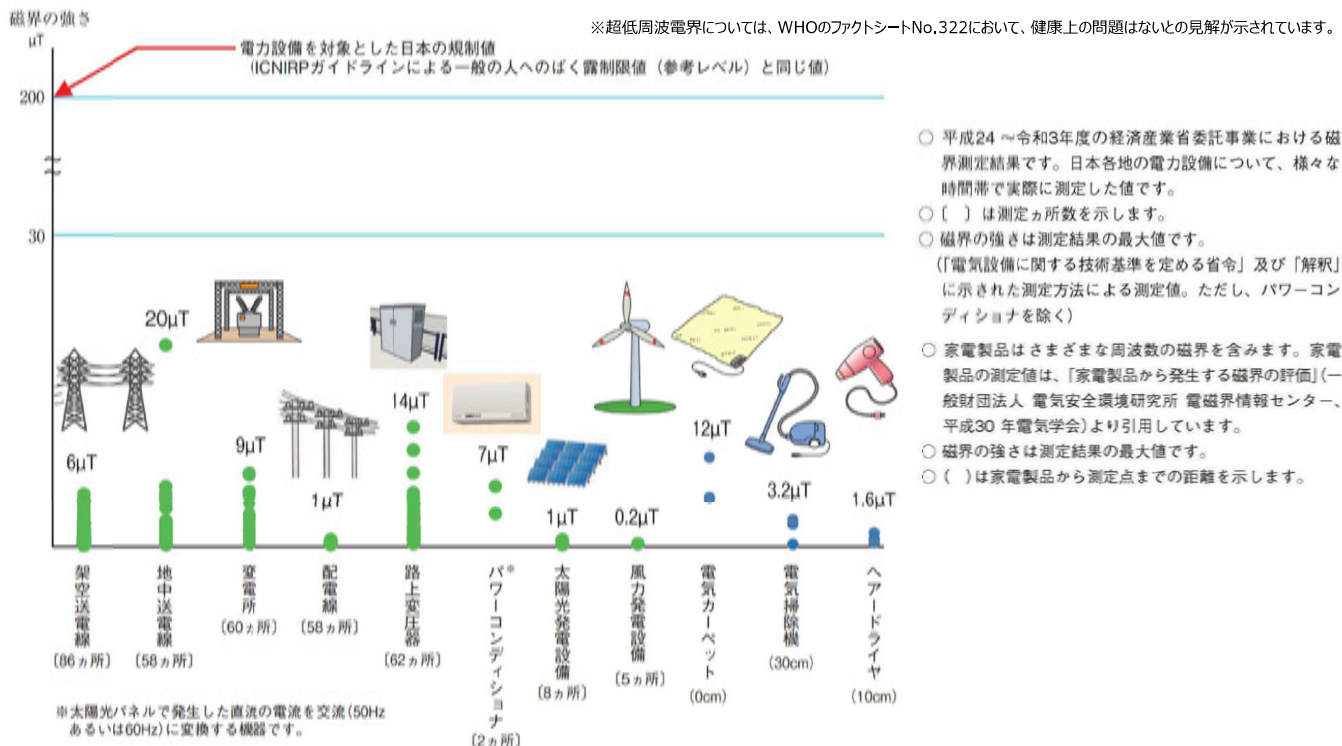
注1) 周波数(単位: Hz、ヘルツ)は1秒間に振動する数で、電磁波の伝わる速さ「30万キロメートル/秒」を波長で割った数です。
(周波数 f(Hz)=速さ3x10⁸(m/s)÷波長λ(m))

注2) 1μmは千分の1mm、1nmは百万分の1mm

3

1. 電磁界とは

- 送電線等の電力設備や家電製品の周りでは**超低周波電磁界**が発生します。



4

2. WHOにおける国際電磁界プロジェクトの設置

- **1979年以後**、欧米研究者等により、**送電線周辺住民の健康状態を調査（疫学研究）した結果、電磁界のばく露と小児白血病に関連があるとの報告**がなされました。
- 1995年、日本では、報道番組で電磁界問題が取り上げられ、国民の関心が高まりました。
- **1996年、世界保健機関（WHO）は、電磁界ばく露の健康リスクの評価を目的とした「国際電磁界プロジェクト」を設置し、その評価を開始しました。**

【国際電磁界プロジェクトについて】

WHOの「国際電磁界プロジェクト」は、電磁界ばく露の健康リスクを調査するため、1996年に発足しました。このプロジェクトは、科学的証拠の評価、調査プログラムの推進と援助、電磁界の健康リスク評価、国際的な統一基準の推奨、リスク情報の提供、各国政府および関連団体への助言を目的として活動を行っています。

組織は、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）を含む5つの「国際組織」、5つの「共同研究センター」と60カ国以上の「各国政府代表」からなる委員により構成されています。

なお、電磁界情報センター所長の 大久保 千代次 は、2005年4月から2007年3月までWHO本部に置かれた国際電磁界プロジェクト事務局にてサイエンティストとして勤務し、現在も同プロジェクトの「国際諮問委員会」日本政府代表委員を務めています。

世界保健機関（WHO : World Health Organization）は、1946年にニューヨークで開かれた国際保健会議が採択した世界保健憲章によって1948年に設立された、国際連合の専門機関のひとつです。我が国は1951年の第4回総会において、加盟が認められました。

（出典：電磁界情報センター ウェブサイト） 5

3. 経済産業省の対応

(1) 生態調査影響事業の実施

- 経済産業省は、超低周波の磁界ががんの発生や増殖に対して促進効果があるか否かを調査するため、1997年度から2006年度にわたり、動物ばく露試験を含む生体影響調査事業を実施しました。
- ラット、マウスを使った動物ばく露試験の結果、実施した一連の試験条件において、超低周波（50Hz）の磁界による影響については、腫瘍誘発作用が認められず、腫瘍に対する促進効果も確認されませんでした。

※日本の電気事業者も、1987年から2001年まで、磁界による健康影響に係る生物学的実験による研究を行い、超低周波の磁界が細胞や実験動物に及ぼす影響はないとの研究成果を発表していました。

6

3. 経済産業省の対応

(2) 電力設備電磁界対策ワーキンググループの設置

- 経済産業省は、WHOの国際電磁界プロジェクトにおいて専門家チームが検討を進めていることを念頭に、一般の人々が生活する環境において電力設備から発生する磁界に関する規制のあり方を検討する必要があると判断しました。
- このため、2007年7月、電力安全小委員会の下に、審議会として「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」（以下「電磁界WG」という。）を設置しました。
- 電磁界WGでは、超低周波のうち、電力設備における商用周波（50Hz、60Hz）の磁界を対象として検討が行われました。

【電磁界WGの委員構成】

- 専門家委員
電気・電磁界分野の専門家
医学・生物学分野の専門家
- 電事連委員
電気事業連合会
- 中立委員
消費者代表、マスメディア等

【電磁界WGの検討概要】

- 国内外で得られた以下の知見を踏まえた、一般の居住環境における電力設備に係る磁界規制のあり方の検討
 - ① 電界、磁界が健康に対していかなる影響を与えるかについてのWHOや[国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP：International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection）](#)といった国際的機関が取りまとめた知見
 - ② 国際的な規制の動向
 - ③ 経済産業省が行った各種調査結果を含む国内外の研究等の状況
- 規制を行うに当たり、規制措置の根拠の妥当性の議論

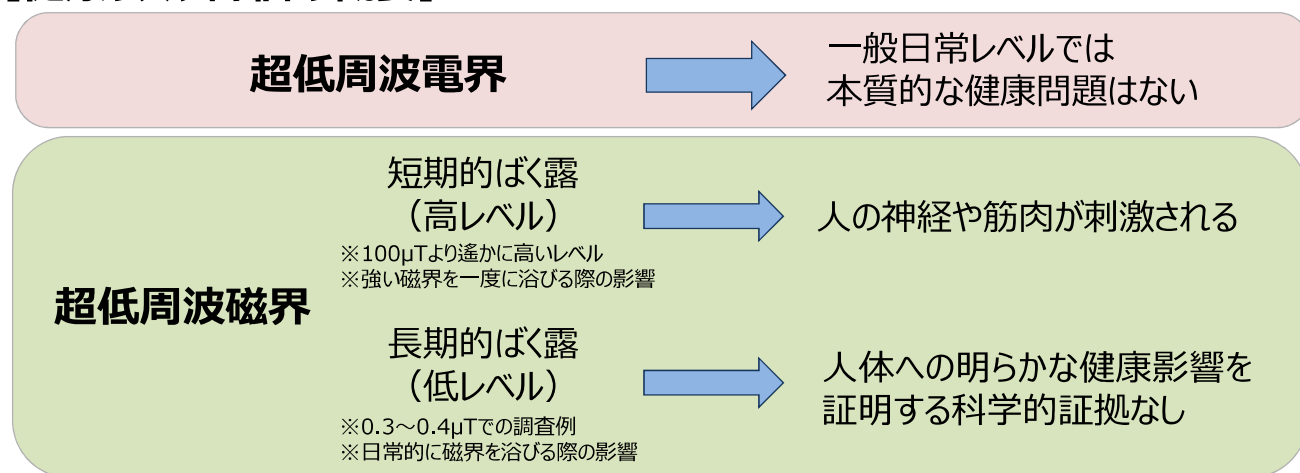
7

(参考)

WHOのファクトシート (No.322 超低周波の電界及び磁界へのばく露)

- WHOは専門家を招集しそれまで発表された膨大な科学論文のレビューを行い、その見解を「環境保健クライテリア (EHC) モノグラフNo.238 (WHO,2007)」として、2007年6月に発刊しました。
- このEHCに基づいて、WHOは「**ファクトシートNo.322 超低周波電磁界へのばく露**」を発表し、**健康リスクの評価**を行っています。さらに、その評価に基づき、「**WHOのガイダンス**」として各国の政府機関や産業界に対して提言しています。

【健康リスク評価の概要】



8

(参考)

WHOのファクトシート (No.322 超低周波の電界及び磁界へのばく露)

【ガイダンスの概要】

高レベル磁界の短期的ばく露による健康影響について

生物学的影響（刺激作用）は確立している。政策決定者は、これらの影響から防護するために国際的なばく露ガイドラインを採用すべき。

低レベル磁界の長期的ばく露による健康影響の可能性について

小児白血病の関連について不確かさが残っていることから、ばく露低減によって健康上の便益があるかどうか不明。こうした状況から以下を推奨している。

- ・研究プログラムの推進
- ・リスクコミュニケーションプログラムの構築
- ・ばく露低減のための低費用の方法を探索

9

3. 経済産業省の対応 (3) 電磁界WGの報告書

- 2008年6月、電磁界WGは、「電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書」を公表し、政策提言を行いました。
- 報告書では、高レベル磁界での短期的なばく露と低レベル磁界での長期的なばく露のそれぞれによって、生じる健康影響への対応などを提言しています。

[政策提言の概要]

1. 高レベル磁界への短期的なばく露によって生じる健康影響についての対応

- 電力設備（送・配電線、変電設備）から発生する周波数50Hz、60Hzの磁界について、ICNIRPが示す国際的なばく露ガイドラインの一般の人々への制限値（100μT（50Hz）、83μT（60Hz）※）を採用する等必要な諸規定の整備・改正を行うべきである。

※ 1998年公表の旧ガイドラインで定めた値。

2010年公表の新ガイドラインで制限値を200μT（50Hz及び60Hz）に見直し。

2. 低レベルの磁界による長期的な健康影響の可能性に係る対応

(1) 更なる研究プログラムの推進

- 磁界ばく露と健康影響との関係に不確かさが残っていることから、引き続き、その不確かさを低減させるため、産学官が協力して研究を推進すべきである。研究を適切に進めるため、関係各省が連携して必要な研究分野・テーマを見極める等新たな仕組みが必要である。

(2) リスクコミュニケーション活動の充実

- 磁界ばく露による健康影響に関わる正確な知識が国民に正しく伝わっていないことから生じる問題の解消には、リスクコミュニケーションの増進を目的とした、中立的な常設の電磁界情報センター機能の構築が必要である。将来的には、電力設備にとどまらず活動領域を広げていくことを期待する。
- 幼稚園、学校等多数の子供が定常的に集まる場所等では、リスクコミュニケーション活動が特に重要である。電気事業者は、これら地域の近傍に電力設備を新たに設置する場合には、住民との合意形成に格別の努力を払うべきである。

(3) ばく露低減のための低費用の方策

- 低レベルの電磁界による長期的影響については、因果関係の証拠が弱い。しかし、磁界レベルの低減に配慮することはリスクコミュニケーションの観点から意味がある。
- 海外で行われている磁界低減方策は、我が国では高鉄塔化等により既に実施されており、電力設備から発生する磁界は既にかなり低いレベルにある。電気事業者は、このような取組を、今後の新たな設備設置の際にも可能な範囲で継続することが望ましい。原則、既設設備に磁界低減対策を施すことまでは求めない。

10

4. 電磁界WGの報告書を受けた取組 (1) 電界の規制（経済産業省）

- 電界による影響については、一般の人々が通常で遭遇するレベルの超低周波の電界に関して本質的な健康問題はないとされています。（WHO ファクトシートNo.322「超低周波電磁界へのばく露」（2007年6月））
- 電気事業法においては、電界の規制について、静電誘導(※)による人の感知を防止するため、1976年に、電気設備技術基準（電気設備に関する技術基準を定める省令）において、電界強度の上限を3kV/mに設定していました。

※電界中に導体（電気を通す物質のことで、金属や水道水、人体など）を置いた際に、一方の表面にプラスの電荷、反対側の表面にマイナスの電荷が集まる現象

規 程	設定年	制限値
ICNIRP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100kHzまで）」	2010年	5.0kV/m (50Hz) 4.2kV/m (60Hz)
通商産業省令 「電気設備に関する技術基準を定める省令第27条」	1976年	3kV/m (50Hz,60Hz)

[電気設備技術基準（抜粋）]

（架空電線路からの静電誘導作用又は電磁誘導作用による感電の防止）

第二十七条 特別高圧の架空電線路は、通常の使用状態において、静電誘導作用により人による感知のおそれがないよう、地表上一メートルにおける電界強度が三キロボルト毎メートル以下になるように施設しなければならない。ただし、田畑、山林その他の人の往来が少ない場所において、人体に危害を及ぼすおそれがないように施設する場合は、この限りでない。

- 2 特別高圧の架空電線路は、電磁誘導作用により弱電流電線路（電力保安通信設備を除く。）を通じて人体に危害を及ぼすおそれがないように施設しなければならない。
- 3 電力保安通信設備は、架空電線路からの静電誘導作用又は電磁誘導作用により人体に危害を及ぼすおそれがないように施設しなければならない。

11

4. 電磁界WGの報告書を受けた取組

(2) 磁界の規制 (経済産業省)

- ICNIRPは、2010年11月、最新の科学的知見を反映し、低周波ガイドラインのなかで50Hzおよび60Hzにおける磁界のばく露の制限値を200μTとしました。
- 経済産業省では、磁界の規制について、電磁界WG報告書やICNIRPガイドライン(2010)を踏まえ、電磁誘導(※)による人の健康に影響を及ぼすおそれがないようにするため、電気設備技術基準の2011年3月の改正により、磁界の強さを表す磁束密度の平均値の上限を200μTに設定し、2011年10月から適用しました。

※時間で強さや向きが変化する磁界の中に導体があると、その導体に電流が流れる現象

規 程	設定年	制限値	【電気設備技術基準（抜粋）】
ICNIRP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100kHzまで）」	2010年	200μT (50Hz,60Hz)	（電気機械器具等からの電磁誘導作用による人の健康影響の防止） 第二十七条の二 変圧器、開閉器その他これらに類するもの又は電線路を発電所、変電所、開閉所及び需要場所以外の場所に施設するに当たっては、通常の使用状態において、当該電気機械器具等からの電磁誘導作用により人の健康に影響を及ぼすおそれがないよう、当該電気機械器具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に相当する空間の磁束密度の平均値が、商用周波数において二百マイクロテスラ以下になるように施設しなければならない。ただし、田畑、山林その他の人の往来が少ない場所において、人体に危害を及ぼすおそれがないように施設する場合は、この限りでない。 2 変電所又は開閉所は、通常の使用状態において、当該施設からの電磁誘導作用により人の健康に影響を及ぼすおそれがないよう、当該施設の付近において、人によって占められる空間に相当する空間の磁束密度の平均値が、商用周波数において二百マイクロテスラ以下になるように施設しなければならない。ただし、田畑、山林その他の人の往来が少ない場所において、人体に危害を及ぼすおそれがないように施設する場合は、この限りでない。
経済産業省令 「電気設備に関する技術基準を定める省令第27条の2」	2011年	200μT (50Hz,60Hz)	

12

(参考) 国内外における電磁界規制

		制定年	電界		磁界	
			[kV/m]	区分	[μT]	区分
国 際 レベル	ICNIRP (注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		〃	4.2(60Hz)	〃	200(60Hz)	〃
国 レベル	日本	1976年：電界 2011年：磁界	3	規制	200(50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 (注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 (注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス	2000年	5	規制	100(50Hz) (注4)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア	2003年	5	規制	100(50Hz) (注4)	規制
	英国 (注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準

「規制」：法規に基づいた義務、「ガイドライン・勧告・基準」：法的な拘束力を持たない自発的な基準・方針

(注1)：ICNIRPが2010年に改訂した新ガイドラインによる。

それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100μT（50Hz）、83μT（60Hz）。

(注2)：韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mである。

(注3)：米国においては、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。

(注4)：スイス、イタリアでは本規制値以外に住宅、病院、学校等の特に防護が必要な場所において、設備に対して念のための政策（Cautionary Policies）に基づいた磁界の規制値を設定。ただし、WHOの環境保健クライテリアNo.238は、このような念のための制限値を推奨しないとしている。

(注5)：英国の基準は自主的実施基準であり、旧ICNIRPガイドラインから独自に換算した値に基づいている。

13

4. 電磁界WGの報告書を受けた取組

(3) 情報調査提供事業 (経済産業省)

- 経済産業省では、リスクコミュニケーションを促進するため、電力設備電磁界情報調査提供事業 (委託事業) を実施しています。

[情報調査提供事業の概要]

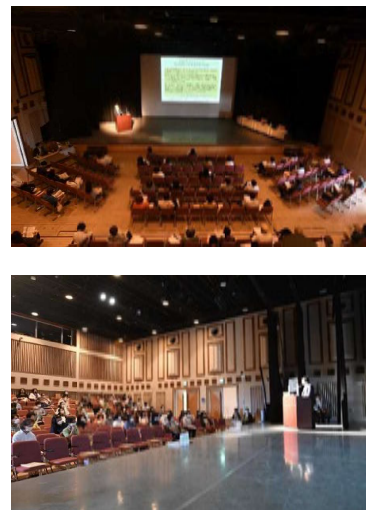
1. 国内外における研究動向・規制動向調査
2. 講演会の開催
3. ウェブページ、パンフレットの作成・改訂
4. その他



(ウェブページ「電磁界と健康」)



(パンフレット「電磁界と健康」)



(講演会「電磁界の健康影響に関する講演会」)

14

4. 電磁界WGの報告書を受けた取組

(4) 電磁界情報センター (JEIC) の設立

- ワーキンググループの報告書では、リスクコミュニケーションの増進を目的とした中立的な常設のセンター機能の構築の必要性について言及しています。これを受けて、2008年7月、一般財団法人電気安全環境研究所の附属機関として、電磁界情報センター (JEIC) を開設しました。JEICでは、主に国内外の関連情報の収集や、セミナー・フォーラム等を通じた情報提供を行っています。

電磁界情報センターの理念・目的

中立な立場から、電磁界に関する科学的な情報をわかりやすく提供するとともに、「リスクコミュニケーション」の実践を通じて、電磁界の健康影響に関する利害関係者間のリスク認知のギャップを縮小する。

電磁界情報センターの運営方針

専門性：国内外の電磁界に関する研究論文、電磁界規制の状況、トラブル案件等を調査・分析できる専門性を確保する。

中立性：センターの運営の中立性・透明性は、独立した組織である運営委員会の監査によって確保する。

分かりやすさ：センターの調査・分析・評価結果について、わかりやすい説明を行い、利害関係者間の相互理解の進展に努める。

(電磁界情報センター ウェブサイトより)

15

電力設備から発生する磁界の測定結果

電力設備から発生する 磁界の測定結果

—経済産業省 電磁界情報調査提供事業—

一般財団法人 電気安全環境研究所
電磁界情報センター

電力設備の磁界規制、測定器、測定方法

電気設備の技術基準及び解釈の規定

- 電力設備の**磁界規制**は、**200 μ T**（50Hz、60Hz）
- 測定器**は、日本産業規格 JIS C 1910-1／国際規格 IEC61786-1 に基づく測定器
- 測定方法**は、日本産業規格 JIS C 1911、国際規格 IEC 62110に従った方法

経済産業省事業の磁界測定で使用した測定器

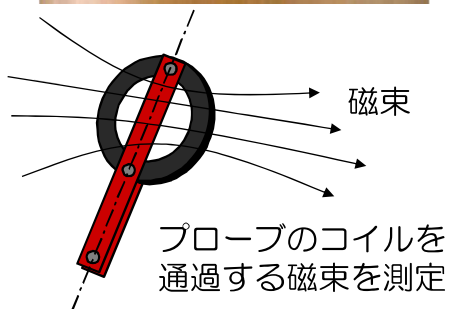
- メーカー : 日置電機
- 機器名 : FT3470-55 **(3軸式)**
- 周波数特性 : 10Hz～400kHz
- 最大測定値 : 2,000 μ T

磁界密度10Hz～180Hzのモードで測定



3軸（3次元）磁界測定器

1軸（1次元）測定器



3軸（3次元）測定器



3つのコイルがそれぞれ直交するように同心に配置され、それぞれを通過する磁束を測定し合成して表示する

測定精度は、1軸よりも3軸の方が高い

2

JGIC

電力設備から発生する磁界測定方法（架空電線路）

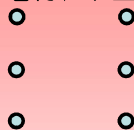
電気設備の技術基準の解釈に定められた方法

日本産業規格（JIS C 1911）、国際規格（IEC 62110）に従った方法

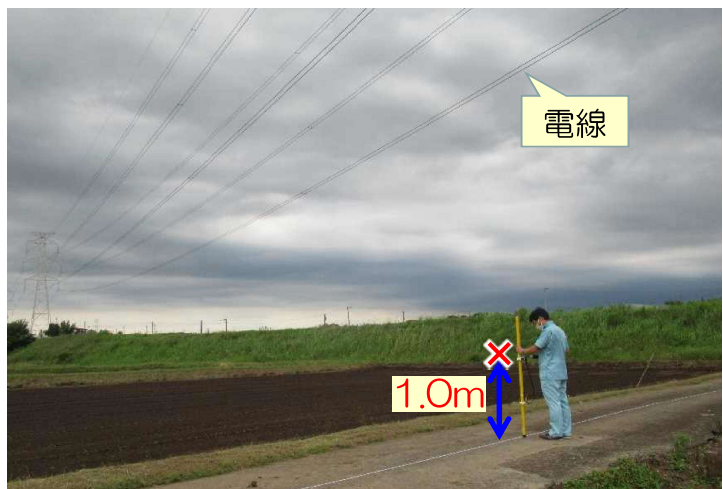
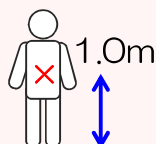
架空電線路の下方における地表（空間的に均一な場所の場合）

凡例 ×：測定ポイント

架空送電線/架空配電線



空間的に均一



1点測定（高さ1.0mの位置で測定）

3

- 40 -

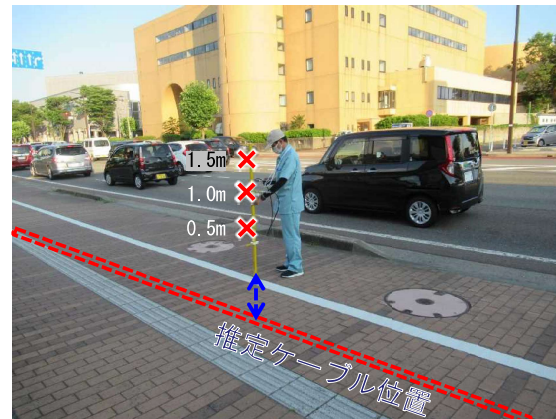
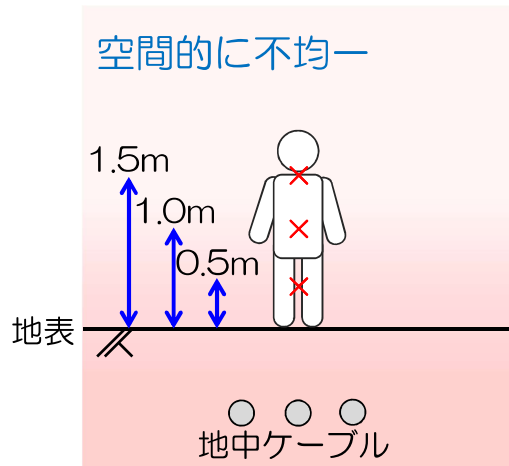
JGIC

電力設備から発生する磁界測定方法（地中電線路）

電気設備の技術基準の解釈に定められた方法

日本産業規格（JIS C 1911）、国際規格（IEC 62110）に従った方法

地中電線路の周囲（空間的に不均一な場所の場合）



3点測定（高さ0.5m/1.0m/1.5mの位置で測定）
→ 3点の平均値で評価

4

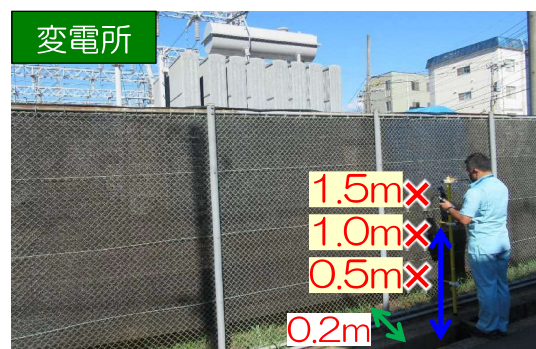
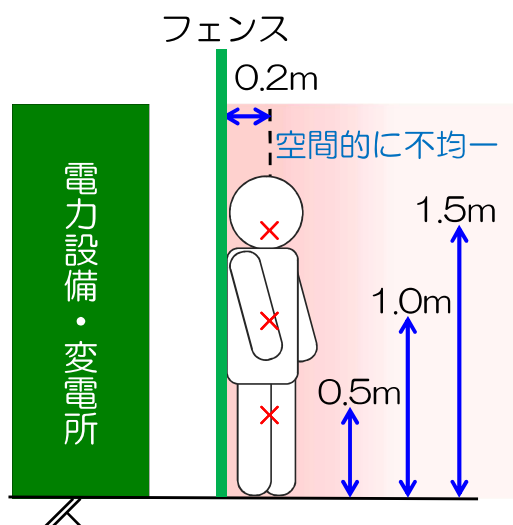
JGIC

電力設備から発生する磁界測定方法（変電所）

電気設備の技術基準の解釈に定められた方法

日本産業規格（JIS C 1911）、国際規格（IEC 62110）に従った方法

変電所の周囲（空間的に不均一な場所の場合）



敷地境界（フェンス）から0.2m離れた位置で3点測定
→ 3点の平均値で評価

5

- 41 -

JGIC

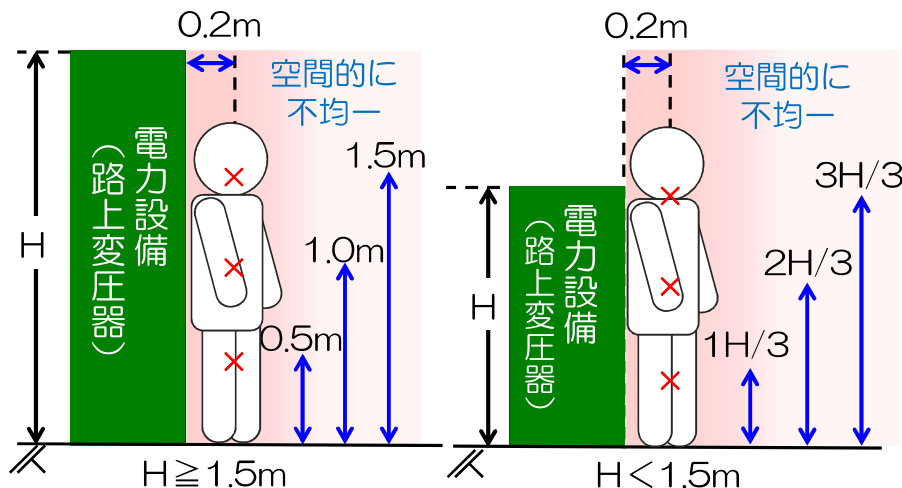
電力設備から発生する磁界測定方法（路上変圧器）

電気設備の技術基準の解釈に定められた方法

日本産業規格（JIS C 1911）、国際規格（IEC 62110）に従った方法

路上変圧器等の周囲（空間的に不均一な場所の場合）

凡例 ×：測定ポイント

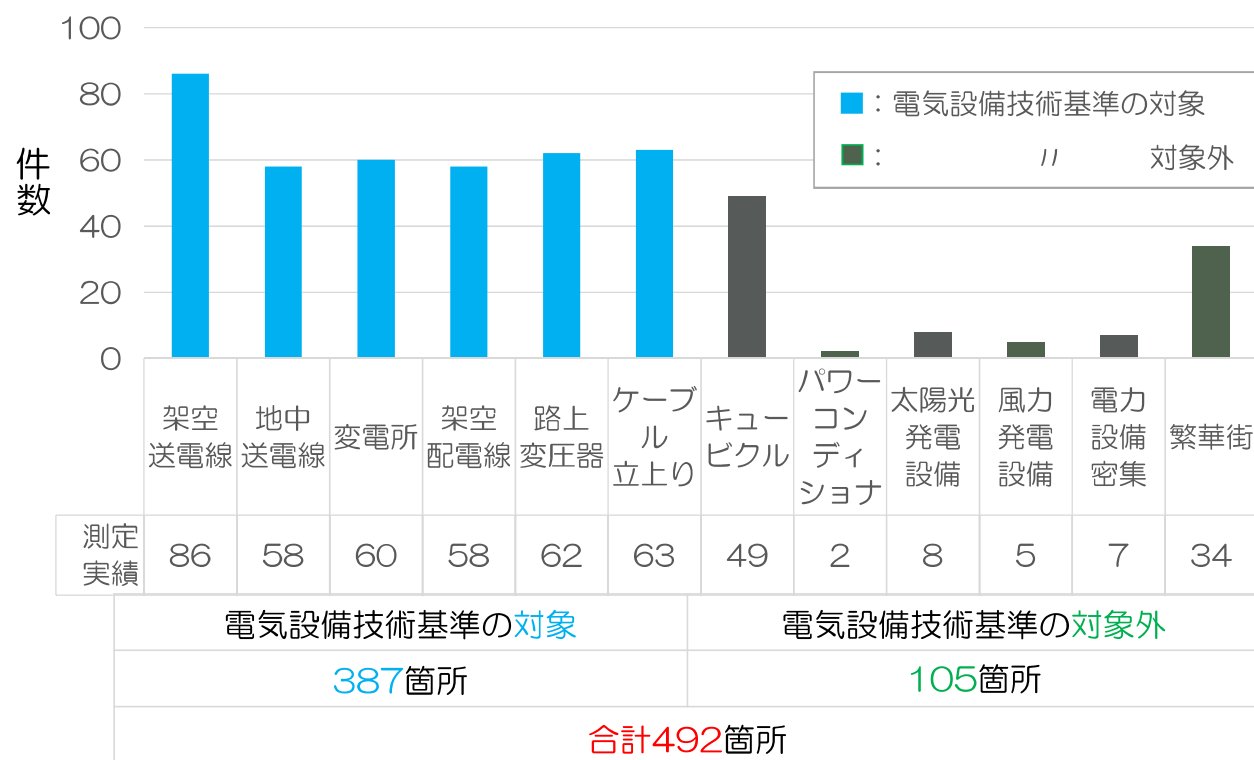


3点測定 → 3点の平均値で評価
※ 設備の高さによって測定高さが異なる（上図）

6

JGIC

電力設備の磁界測定件数（経済産業省事業）

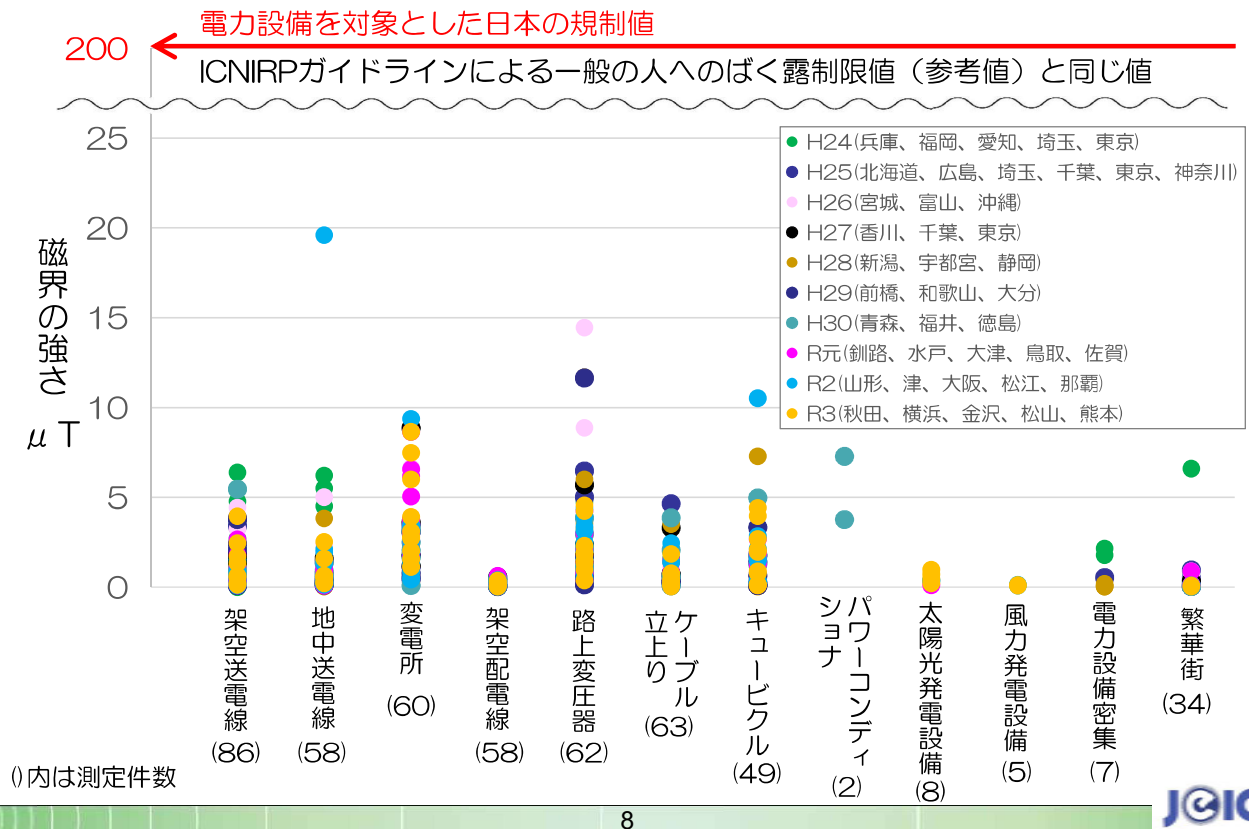


7

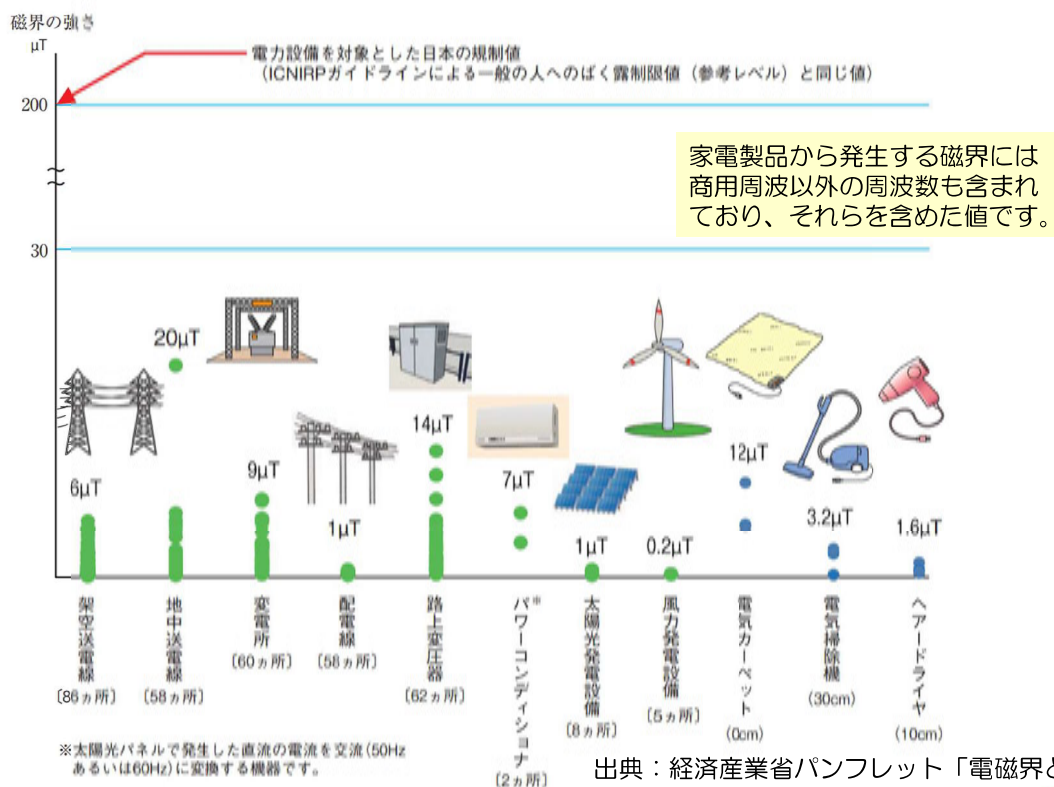
- 42 -

JGIC

電力設備の磁界測定結果（経済産業省事業）



身のまわりの磁界の強さ

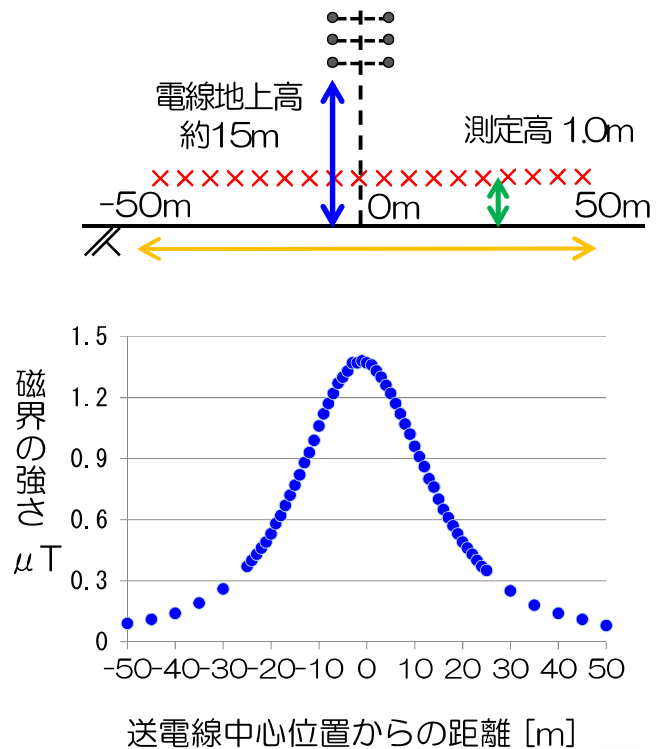


～理解を深めるための測定～ 発生源からの距離による磁界強さの変化



凡例 ×：測定ポイント

- 187kV 架空送電線
- 送電線の中心位置から直角方向に両サイド50mの範囲を測定
- 測定時期：2015年9月香川県



10

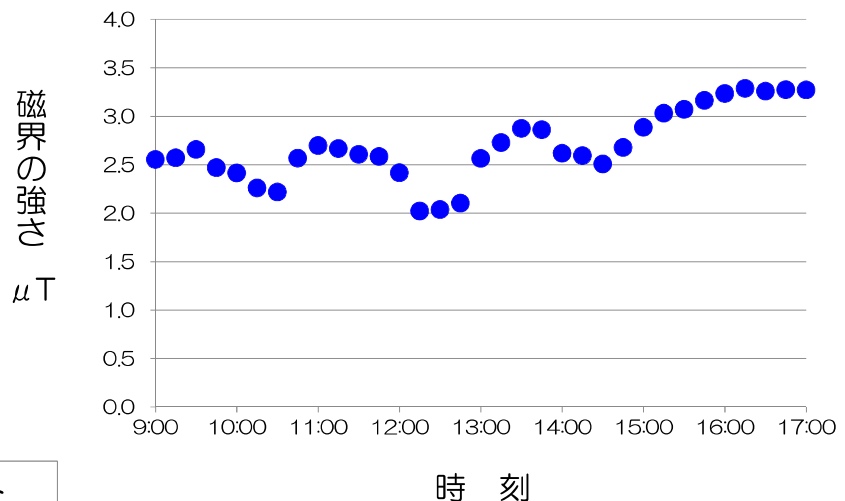
JGIC

～理解を深めるための測定～ 時間変化による磁界強さの変化



凡例 ×：測定ポイント

- 66kV変電所（上空に架空送電線あり）
- 9:00～17:00まで15分間隔で測定
- 測定時期：2018年9月徳島県



測定時の電力需要の変化により
磁界の強さは刻々と変化する

11

- 44 -

JGIC

ご清聴、ありがとう
ございました。



電磁界情報センター
Japan EMF Information Center

<https://www.jeic-emf.jp/>

TEL.03-5444-2631

電磁波（電磁界）
その健康リスク評価とリスク管理



JAPAN EMF INFORMATION CENTER

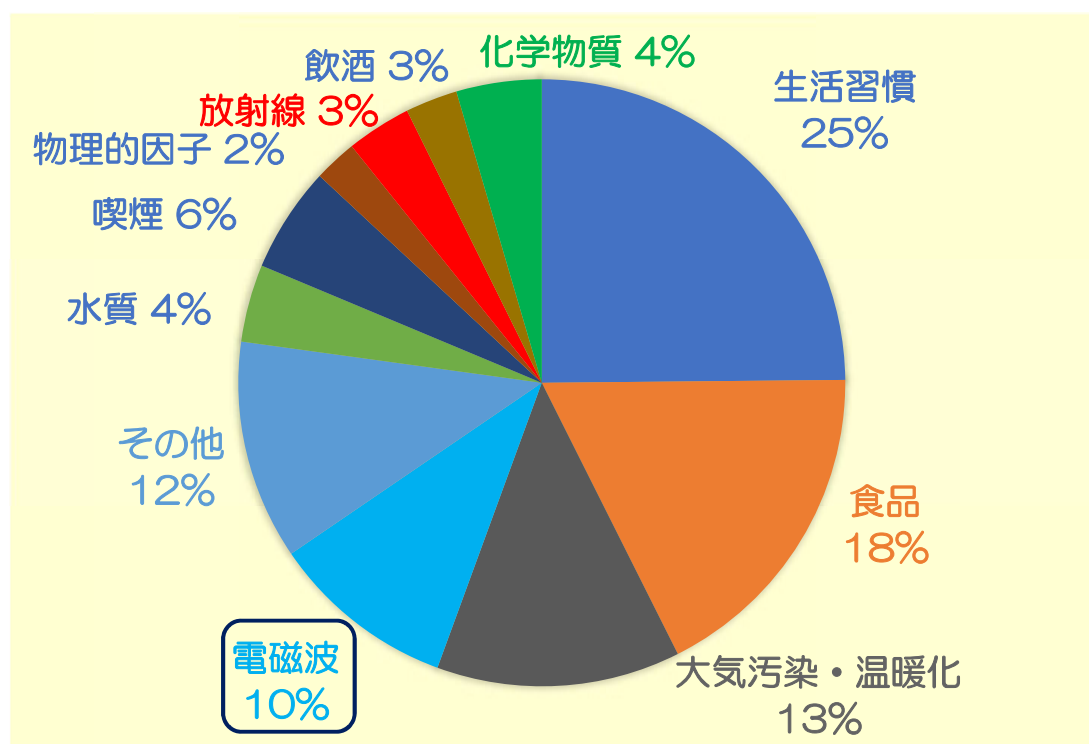
電磁波（電磁界） その健康リスク評価とリスク管理



電磁界情報センター
Japan EMF Information Center

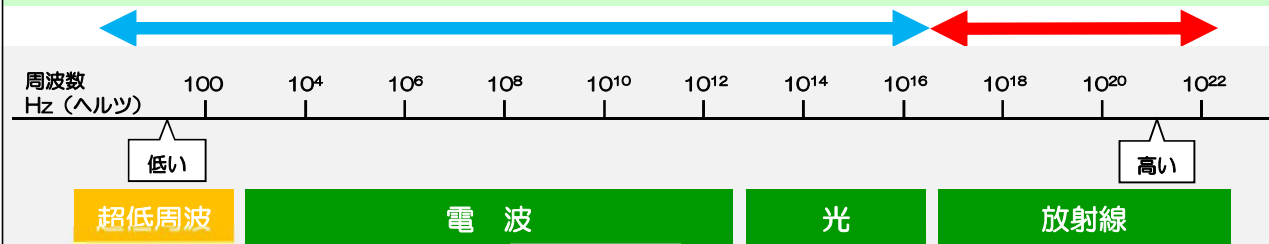
一般財団法人 電気安全環境研究所
電磁界情報センター
大久保千代次

Googleキーワードプランナーによる 検索キーワードの分析 健康影響＋α 2022/4/01 - 2023/3/31



電磁波の種類

非電離放射線 -VS- 電離放射線



リスク管理を考える場合、**電離放射線（放射線）**はその生体影響（発がん作用）が蓄積するので、ばく露制限基準に時間の概念が入っています。**非電離放射線（電磁波・電磁界）**にはその様なエネルギーがなく影響は蓄積しないので、ばく露制限基準に時間の概念は入っていません。



2

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

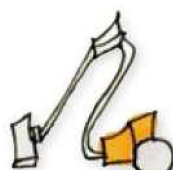
②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

100 kHz
(10万Hz)

熱作用



3

電磁波（電磁界）の健康影響

4

JOIC



WHO国際電磁界プロジェクト 1996年～継続中



5

JOIC

WHOの見解を具体的に紹介します。

6



WHOファクトシート和訳集

世界保健機関（WHO）ファクトシート集
電磁界と公衆衛生

JEIC 電磁界情報センター
— 一般財団法人 電磁安全環境研究所 (JET) —

ファクトシートとは？

世界中のメディアに向けて、特定のテーマ（例えば、電磁界の健康影響）に関するWHOの公式見解をまとめた文書。

電磁界情報センターでは、WHOの許可を得てそれらを和訳して小冊子にまとめました。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

7



今日お話する内容に関連する WHOファクトシート

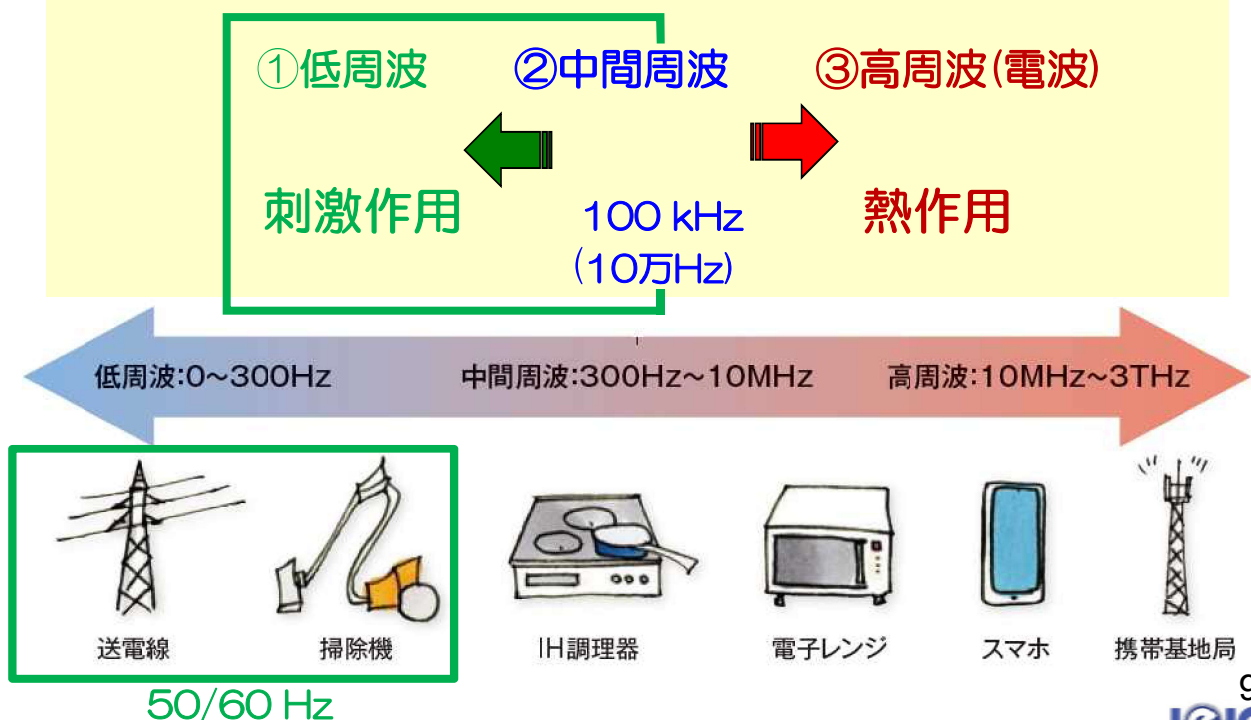
電力設備・家電製品（低周波）No. 322	47-50 ページ
IH調理器（中間周波）	56-59 ページ
電子レンジ（高周波）	60-62 ページ
携帯電話（高周波）No. 193	1- 3 ページ
基地局（高周波）No. 304	44-46ページ

8

JGIC

電磁波（電磁界）の生体作用

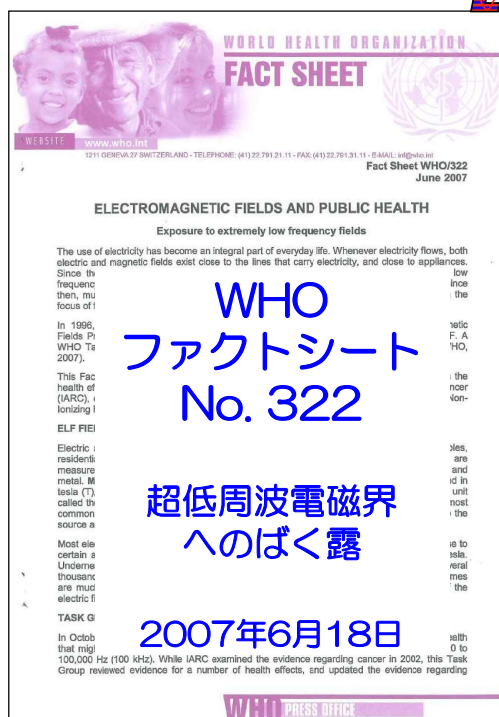
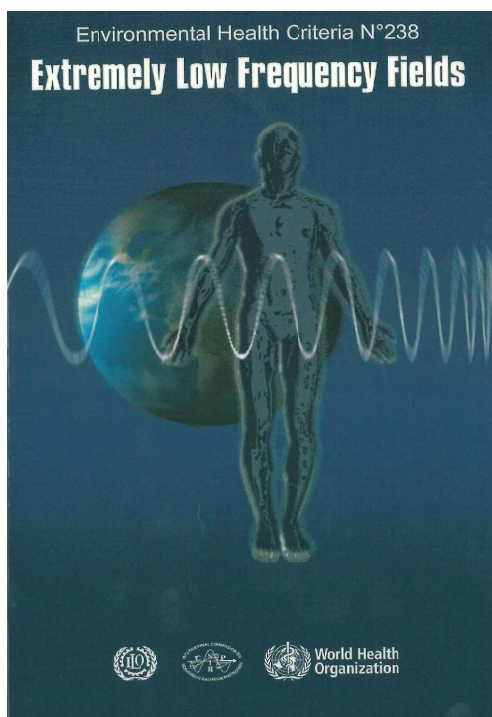
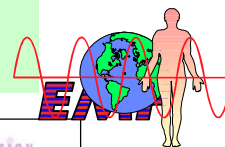
作用は周波数で異なります



9

JGIC

WHO国際電磁界プロジェクト 低周波電磁界のリスク評価（2007年）



https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

10



（１）磁界ばく露の短期的影響

「強い磁界を浴びるとどうなるの？」

刺激作用を発生させることが科学的に立証されています。

11



電界のばく露影響

48ページ

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100マイクロテスラを十分上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流および電圧を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを意味します（ELF電界以外の例にはローシーや溶接蒸気があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のプール分析で、0.3~0.4マイクロテスラを上回る常用周波数の居住環境磁界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループは、それ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、選択バイアスの可能性など手法上の問題によって弱いものになります。加えて、低レベルのばく露が発がん発生に関与することを示唆するような生物物理学的メカニズムとして正当と認められたものはありません。要するに、もしこのような低レベルの磁界へのばく露によって何らかの影響があるとすれば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしとの結果を示しています。したがって、これら全てを考慮すれば、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ありません。

小児白血病は非常に稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均磁界ばく露が0.3マイクロテスラを上回ることとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし磁界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、磁界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~240人の範囲と推定されます。これは、同年の発生数の0.2~0.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病のリスクを高めるにしても、全世界的に考えれば、ELF電磁界ばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありまう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心血管系疾患、生殖機能障害、生育異常、免疫学的調節、神経学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。いくつかの例外を除けば、（すなわち心血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルの**低周波電界**に関して**本質的な健康問題はない**と結論しました。したがって以下では、主として**低周波磁界へのばく露の影響**を取り扱います。

（48ページの最上段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

12

JEIC

磁界ばく露影響

49ページ

国際的なばく露ガイドライン

短期的なばく露レベルのばく露に関連する健康影響は確立されており、これがいくつかの国際的なばく露制限ガイドラインの基礎をなしています（ICNIRP 1998、IEEE 2002）。現時点では、これらの根拠は、ELF電磁界への長期的な低レベルのばく露による健康影響の可能性に関する科学的証拠は、これらのばく露制限を引き下げること正当化するには不十分であると見なされています。

WHOのガイダンス

高レベルの電磁界への短期的なばく露については、健康への有害な影響が科学的に確立されています（ICNIRP 2003）。政策策定者は、労働場および公衆をこれらの影響から防護するために作成されている国際的なばく露ガイドラインを採用する必要があります。電磁界防護プログラムには、ばく露が制限値を超過することが予測される発生頻度からのばく露の測定を含めるべきです。

長期的影響に関しては、ELF電界へのばく露と小児白血病との関連の証拠の弱さを考えれば、ばく露制限による健康上の便益は不明です。こうした状況で考慮して、以下を推奨します。

- 政府および産業界は、ELF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一掃するために、科学的知見を監視し、研究プログラムを推進することが望まれます。ELFリスク評価プロセスを経て、知識の欠落部分が同定されました。これらが新たな研究アジェンダの基礎になっています。
- 加盟国は、情報を与え上での意思決定を可能にするため、全ての利害関係者との効果的で機密な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。このプログラムには、ELF電磁界を規制する設備の計画の過程における産業界、地方自治体、市民の間で調整と協議を改善することも含まれます。
- 新たな設備を建設する、または新たな装置（電気製品を含む）を設計する際には、低コストでばく露を削減する方法を探索するのを目指し、適切なばく露削減対策は国ごとに異なるでしょう。そうであっても、意図的に低ばく露制限を採用する政策は奨励されません。

詳細資料

WHO - World Health Organization, Extremely low frequency fields, Environmental Health Criteria, Vol. 238, Geneva, World Health Organization, 2007. (WHO 環境保健ガイドライン・モノグラフ第238巻「超低周波電界」)

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields, Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, 80). (国際がん研究機関・ヒトに対する発がんリスクの評価に関するモノグラフ第80巻「非電磁放射線」第1部：静電および超低周波の電界および磁界)

ICNIRP - International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz), Bonn: ICRP et al., eds. Oberschleichen, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2003 (ICNIRP 15/2003).

WHOのガイダンス

短期的ばく露については、**健康への有害な影響が科学的に確立**されています。

政策策定者は、人々をこれらの影響から防護するために作成されている**国際的なばく露ガイドライン**を採用すべきです。

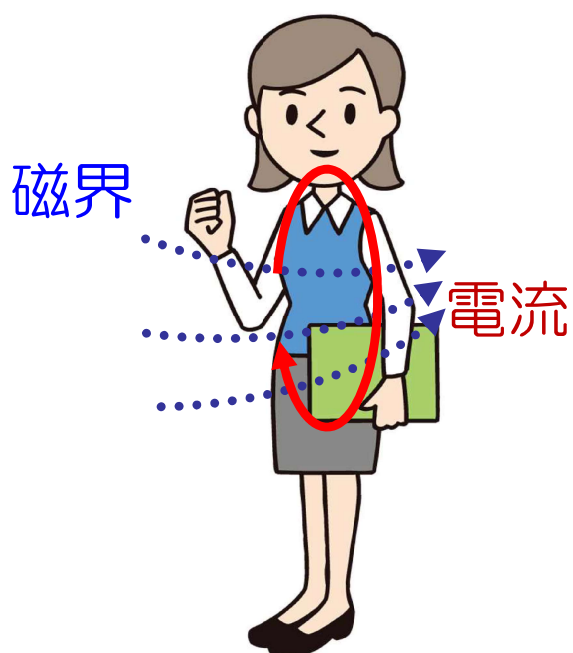
（49ページ上段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

13

JEIC

低周波磁界の生体作用



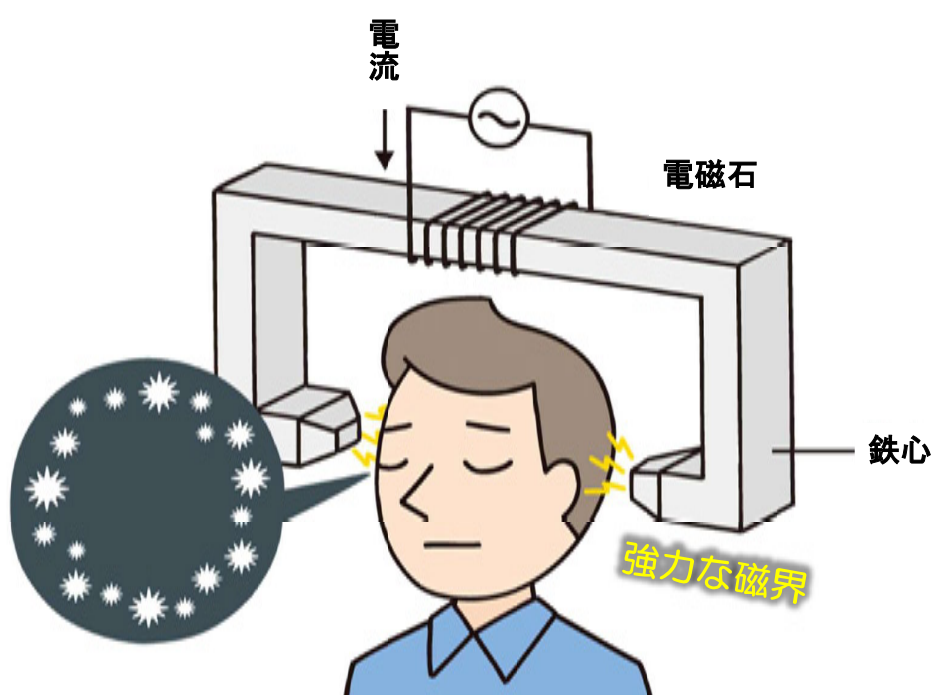
非常に強い磁界にさらされると、体内を流れる生理的な電流以上の電流が誘導され、神経が刺激されるので、これは望ましくない。

「磁気閃光現象」

14

JGIC

参考：磁気閃光現象



15

JGIC

国際的なばく露ガイドライン

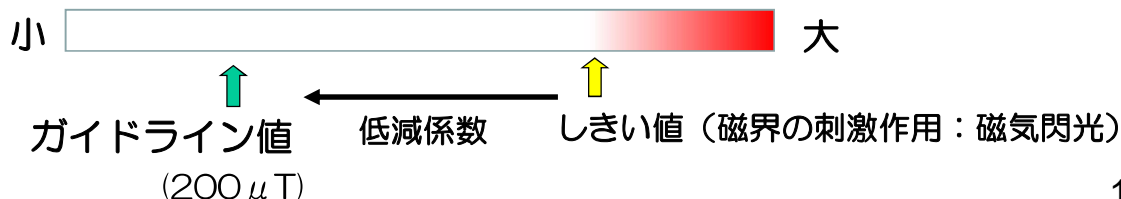
ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）2010年

日本では、ICNIRPのガイドライン値よりも低い**3kV/m**（電力設備から発生する**電界**の感知限界）を規制値として導入。〔電気設備技術基準省令第27条〕（1976年）

公衆のばく露

周波数	電界 (kV/m)	磁界 (μ T:マイクロテスラ)
50 Hz	5.0	200
60 Hz	4.2	200

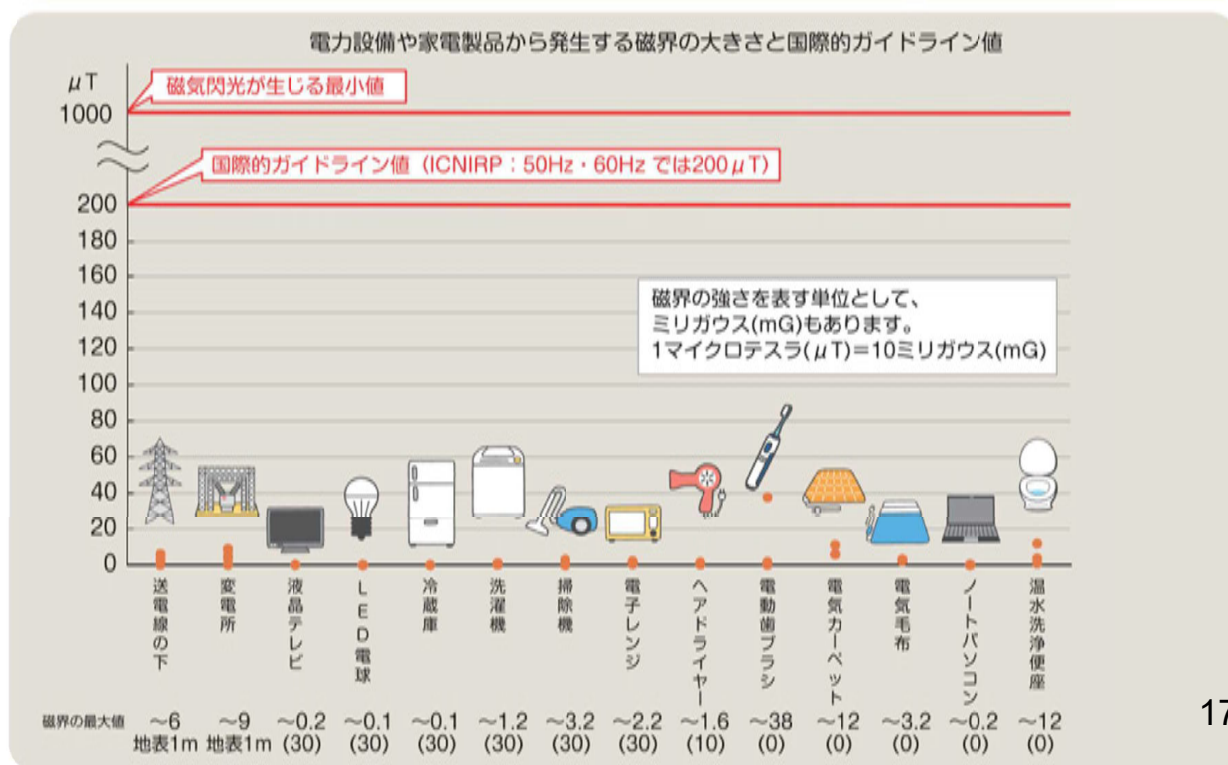
日本では、ICNIRPのガイドライン値（50Hz, 60Hz いずれも**200 μ T**）を電力設備から発生する**磁界**規制値として導入。
〔電気設備技術基準省令第27条の2〕（2011年）



16

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



17

日本と海外の電磁界に対する規制・ガイドライン

		制定年	電界		磁界	
			(kV/m)	区分	(μ T)	区分
国際 レベル	ICNIRP 注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		//	4.2(60Hz)	//	200(60Hz)	//
国 レ ベ ル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200 (50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス 注4)	2000年	5	規制	100(50Hz)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア 注4)	2003年	5	規制	100(50Hz)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

注1) 2010年に改訂した新ガイドラインによる。それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz)。

注2) 韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mです。

注3) 米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

注4) スイス、イタリアでは本規制値以外に予防原則に基づいた磁界の規制値を設定。

注5) 英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

18

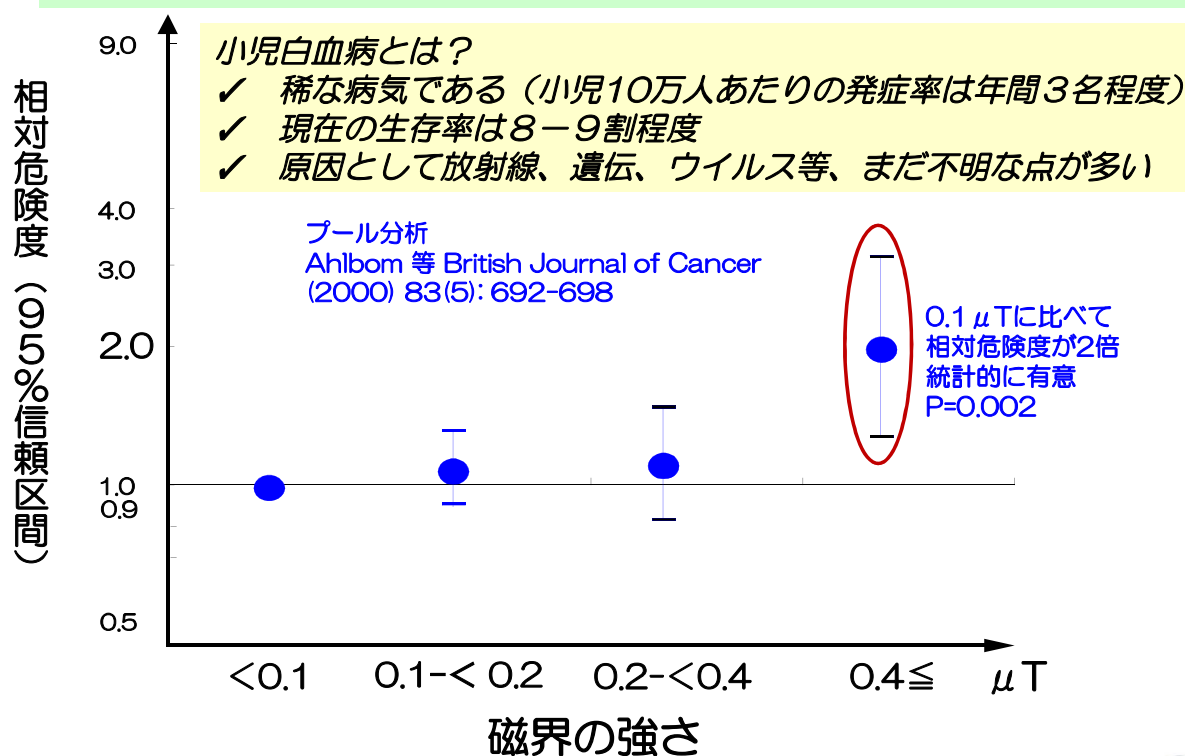
(2) 磁界ばく露の長期的影響

「弱い磁界でも長く浴びていたら病気になるのでは？」

答え：小児白血病との関連性が報告されていますが、科学的に立証されていません。
そのため、国際的なばく露防護ガイドラインには反映されていません。

19

疫学研究（磁界ばく露と小児白血病） 2000年のプール分析



20

IGIC

IARC発がんハザード分類例

分類及び分類基準	分類例 [1045]
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。	ベンゼン、アスベスト、たばこ、アルコール飲料、X線、紫外線、太陽光、PCB、大気汚染、粒子状物質、加工肉 [127]
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、動物の発がん性を示す十分な証拠がある場合やヒトで不十分でも発がんメカニズムの証拠が強い場合など。	クレオソート、高熱の揚げ物作業、日内リズムを乱すシフト労働、熱い飲み物、理容・美容労働、赤肉 [95]
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が限定的であり、動物実験での発がん性に対して不十分な証拠や限定的な証拠がある場合や、ヒトで不十分でも動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合など。	クロロホルム、ガソリン、漬物、ドライクリーニング労働、 超低周波磁界 、無線周波電磁界、アスパルテーム [323]
グループ3：発がん性あるとは分類できない ヒトへの発がん性を示す証拠が不十分であり、上の条件に該当しない場合。	コーヒー、カフェイン、原油、水銀、お茶、蛍光灯、静磁界、静電界、超低周波電界 [500]
注1) 分類基準は通常用いられるもの。注2) 表中[]内の数字は2023年7月時点の評価数	

21

IGIC

疫学研究へのWHOの見解（2007年）

48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルの ELF 電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主として ELF 電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部の ELF 電界は身体内に電界および電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF 電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002 年、IARC は ELF 電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したメタ分析を発表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の確定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではないと推定であることを意味します（ELF 電界以外の例にはコーヒーや溶接電気があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のグループの分析で、 $0.3 \sim 0.4 \mu T$ の電界を上回る電界に曝露された小児白血病のリスクが倍増するとの一貫したパターンが示されたことです。タスクグループは、それ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、選択バイアスの可能性など手法上の問題によって弱いものになり得ます。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するような生物物理学的メカニズムとして正当と認められたものはありません。要するに、もしこのような低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるならば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、これら全てを考慮すれば、小児白血病に関連する証拠の因果関係と見なせるほど強いものではありません。

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000 年は 49,000 人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が $0.3 \sim 0.4 \mu T$ を上回ることが稀であり、そのような環境に住むのは、子供の 1%~4% であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000 年の数値に基づいて、全世界で年間 100~2400 人の範囲と推定されます。これは、同年の発生数の 0.2~4.9% に相当します。したがって、仮に ELF 電界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF 電界ばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的であり得ます。

ELF 電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管疾患、生殖機能障害、不育、免疫学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、ELF 電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF 電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

0.3~0.4 μT を上回るばく露に関連して小児白血病が倍増するという一貫したパターンが示されたことです。（中略）

しかし、「疫学的証拠は選択バイアスの可能性など手法上の問題によって弱いものになっています。」

（48ページ中段）

証拠は限定的

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

22

JEIC

長期的ばく露影響を評価する方法

人を対象とした統計的な
疫学研究

実験動物や細胞を用いた
生物学的研究

	吸う	吸わない
肺がん患者	〇〇人	××人
そうでない人	△△人	□□人

統計的な解析

総合評価



23

JEIC

生物学的研究



動物実験装置例



細胞実験装置例

【強み】 目的とする要因の影響を直接観察可能
メカニズムの解明（細胞実験）が可能

【弱み】 人への適用の課題

＜生物学的研究の評価＞

- 1 回の実験結果のみで判断できない
 - － 精度の向上（繰り返し同様の結果を示す）
 - － 再現性（他の研究者が同様の結果を示す）

24

JEIC

生物学的研究へのWHOの見解（2007年）

48ページ

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルの ELF 電界に関して本質的な健康問題は無いと結論しました。したがって、以下では、主として ELF 電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高いレベル（100 マイクロテスラを十分に回るもの）の急性ばく露によって起こることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的メカニズムによって説明されています。外部の ELF 電界は身体内に電界および電流を誘導しますが、その強度は非常に高いと神経および筋の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF 電界による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002 年、IARC は ELF 電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを意味します（ELF 電界以外の例にはコーヒーや携帯電話があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のメタ分析で、0.3~0.4 マイクロテスラを上回る商用周波数の居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が倍増するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループは、それ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはない結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、選択バイアスの可能性など方法上の問題によって弱いものになります。加えて、**低レベルのばく露が発がん発生に与えることを示唆するような生物物理学的メカニズムが十分に確立されていない**という点も、**長期的影響の可能性**を評価する上で重要な考慮事項です。もしこのような低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとしたら、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、これら全てを考慮すれば、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ありません。

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000 年は 49,000 人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が 0.3 マイクロテスラを上回ることは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の 1%~4% であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000 年の数値に基づいて、全世界で年間 100~2400 人の範囲と推定されます。これは、同年の発生数の 0.2~4.9% に相当します。したがって、仮に ELF 電界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、全世界的に比べれば、ELF 電界によるばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありましょう。

ELF 電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的影響、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、ELF 電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。いくつかの例外を除けば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF 電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

長期的影響の可能性

低レベルのばく露が発がん発生に
関与することを示唆するよう
な生物物理学的メカニズム
として正当と認められたもの
はありません。

（48ページ中段）

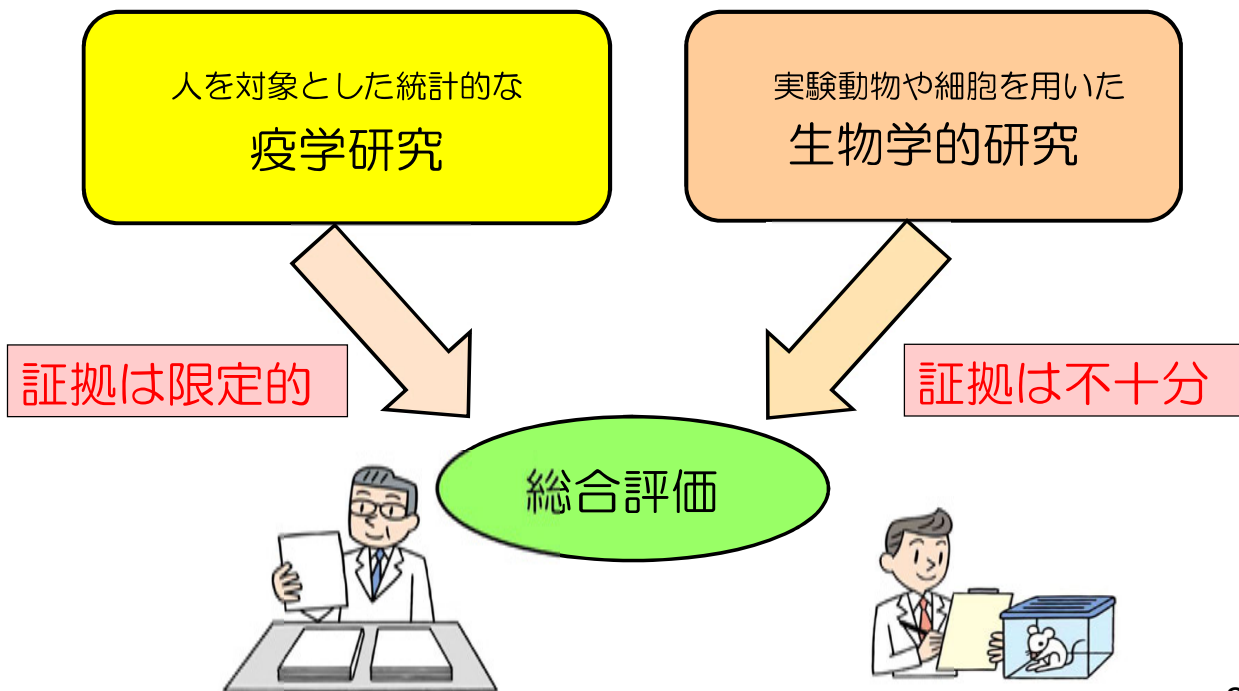
証拠は不十分

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

25

JEIC

長期的ばく露影響の評価結果



26

JEIC

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な懸念問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および脳内の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモニタリングを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを意味します（ELF電界以外の例にはコーヒーや喫煙歴があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のプール分析で、0.3~0.4マイクロテスラを上回る商用周波数の居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が倍増するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、選択バイアスや可能性など手法上の問題によって弱められています。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するようメカニズムとして正当化されたものはありません。要するに、もしこのように低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとすれば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、これら全てを考慮すれば、小児白血病に関連する証拠は因果関係を**見なせるほど強いものではありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が0.3マイクロテスラを上回るとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2~4.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病リスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電磁界ばく露が公衆衛生に及ぼす限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。血液病以外の小児がん、成人のがん（甲状腺、白血病、脳腫瘍、乳がん、肺癌、子宮頸がん）、免疫学的影響、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりほかに弱いと結論しました。いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**

（中下段 黄色マーク）

その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

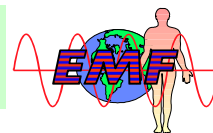
疫学で示す0.4μTを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

27

JEIC

WHOの総合評価（2007年） 続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

28



WHO（2007年）によるリスク評価の
その後の見解は？

29



欧州委員会 SCENIHR報告書 2015年1月 「最終提言 - 電磁界へのばく露の潜在的健康影響」

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf

「超低周波（ELF）電界及び磁界からの健康影響」について



「新たな疫学研究は、0.3-0.4 μ Tを超える推定された日常の平均磁界ばく露に伴う、小児白血病のリスク上昇についての**初期の知見と一貫しています**。

……これらの知見を説明し得るメカニズムは同定されておらず、実験研究からの支持もなく、そのことと疫学研究の欠点が、**因果的解釈を妨げています**。

2007年以降の新たな研究が加わっても、結論は変わっていません。

30

JOIC

2000年の磁界ばく露と小児白血病に関する プール分析のその後は？



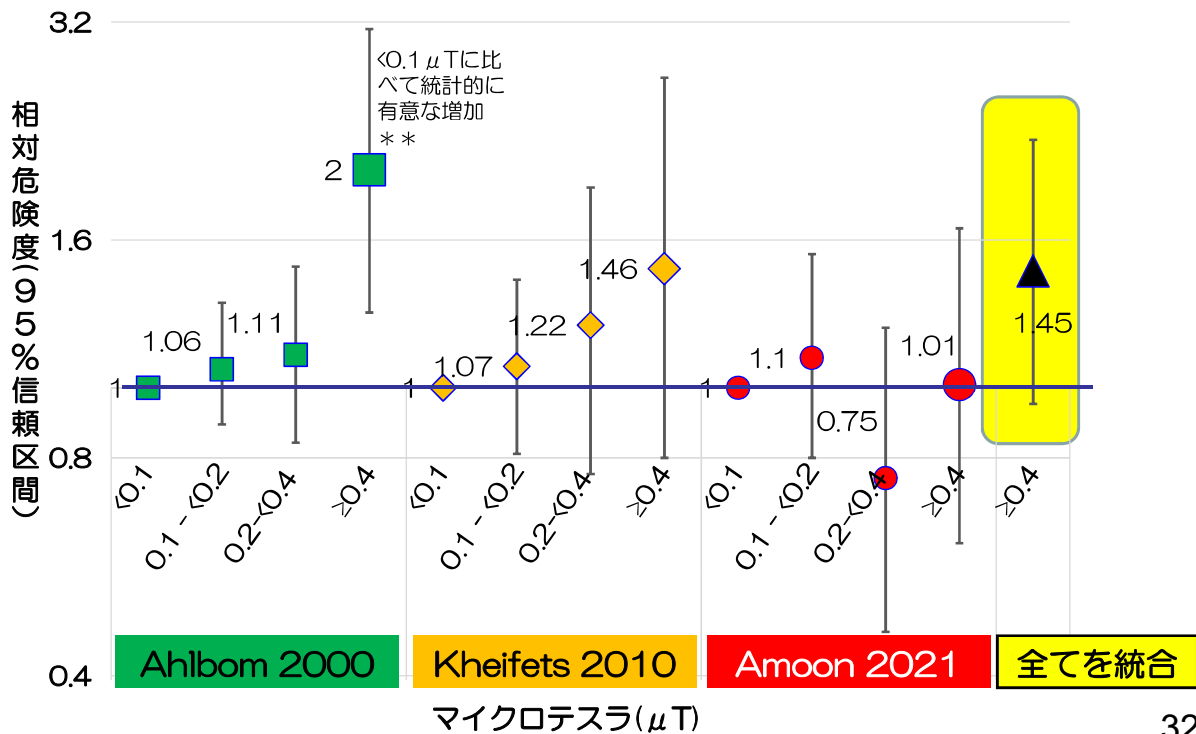
2010年と2021年に新たなプール分析結果が報告されています。

31

JOIC

居住環境磁界と小児白血病とのプール分析

2000年 2010年 2021年の比較と統合

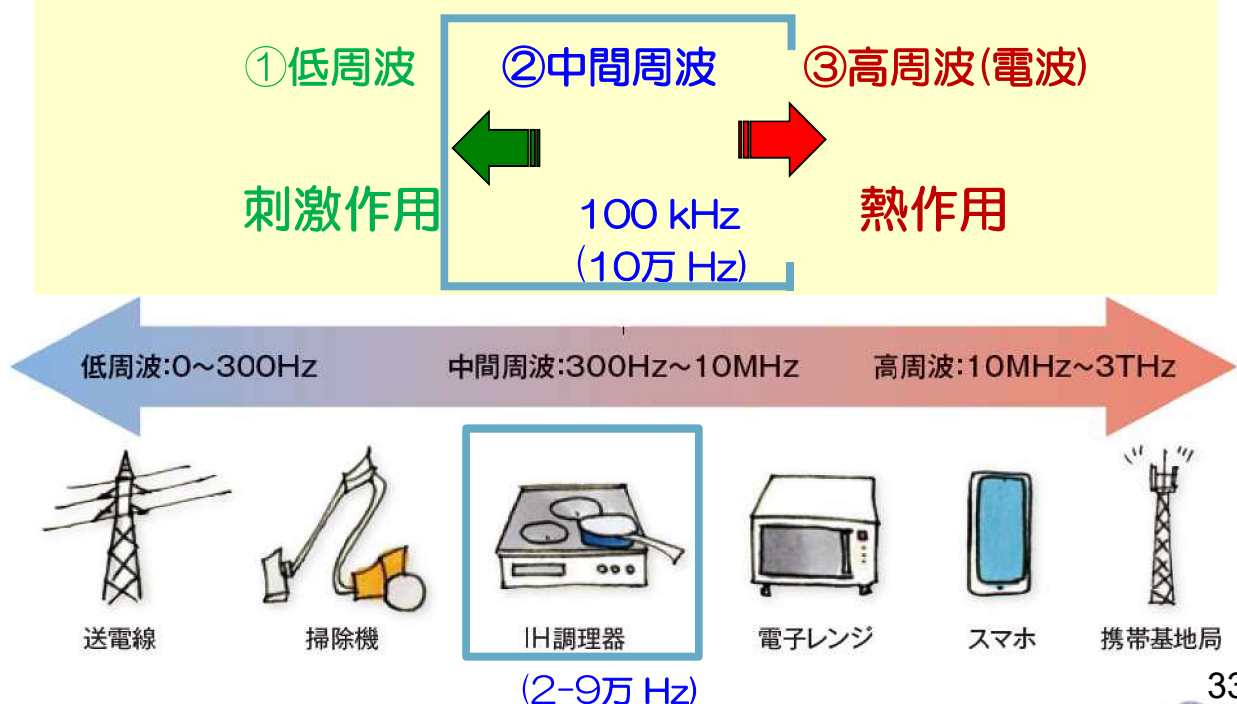


32

JGIC

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

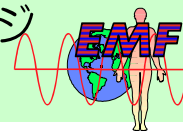


33

JGIC

WHOファクトシート集 「中間周波」

56-59ページ



58ページ

超低周波電磁界（ELF、これには交流電力周波数が含まれます）および無線周波電磁界（RF、これには携帯電話通信が含まれます）と比べ、IF電磁界の影響に関する研究はこれまでほとんど行われていませんでした。しかし、科学的証拠からは、生活環境および労働環境で普通に見られる IF 電磁界へのばく露により健康への有害な影響が生じることの確信は得られています。このような結論は、部分的には IF 電磁界を用いた研究に、そしてまた IF 電磁界はその周波数によって ELF および RF 電磁界と同じように身体に作用するという事実に基づいています。

国際基準

ICNIRP は WHO が正式に承認した独立した科学委員会であり、0-300 ナガヘルツの周波数範囲の全ての電磁界に対するばく露制限のガイドラインを公表しています。IF 範囲のばく露ガイドラインは、外部電磁界と身体とのカップリングおよび生物学的影響の周波数依存性を前提として、有害な健康影響の可能性に関する科学的文献を厳密にレビューすること、および ELF と RF の周波数範囲から制限値を外補することによって確立されました。

今後の課題

科学的証拠によれば、ICNIRP のガイドラインを下回るばく露レベルの IF 電磁界によるどのような健康リスクも示唆されていません。しかし現在の知見における不確かさに取り組むために、より一層質の高い結果が得られるまで、以下の主要分野について研究されることが確認されています。

- **疫学研究**：まづパイロット研究によって、ある程度ばく露レベルが高い集団において高品質のばく露データの収集が実施可能であることが実証され、その結果、十分な統計的検出力が得られ、かつ重要な健康影響が特定された場合にのみ、疫学研究を検討することが推奨されます。
- **ばく露評価**：現在の労働環境および生活環境における電磁界ばく露の大きさと種類について、より明確にその特徴を示すことが必要です。IF 電磁界が使用されている産業およびその他の労働環境においては、設備が適切に運転され、かつばく露ガイドライン値を超えていないことを確保するために、定期検査の実施と記録を行わなければなりません。
- **動物実験**：今後の動物実験は、産業その他の発生源からの人体ばく露と同様のばく露条件を用い、さらに高いばく露レベルについても探索するのがよいでしょう。もし、動物実験において特定の疑わしい作用の道筋が特定された場合には、どのように IF 電磁界が身体に作用するかを明らかにするための細胞レベルまたは生体組織レベルの研究を行うことによって、このような動物実験を補足することになるでしょう。
- **生物学的相互作用**：ばく露ガイドラインの改良、特にパルスまたは複雑な波形の電磁界に関するばく露ガイドラインの改良のために、生物学的相互作用と健康障害の関連について包括的な理解を深めることが必要です。
- **ドーズメトリ**：コンピュータを用いたモデル化技術が出現して、IF 電磁界にばく露された人体内に誘導される電磁界を計算値で示すことが可能になりました。最も先進的な手法では、解剖学的に実物に近い人体模型を計算に用いています。そのような手法は特にリスク評価に適しており、IF 電磁界測定値がばく露制限値を満たすかを、一貫性をもって試験をします。そのような評価の際に、必要に応じて女性と子供の人体模型を用いることも考慮することが重要です。

今後の課題

科学的証拠によれば、**国際的なガイドライン**を下回るばく露レベルの中間周波電磁界によるどのような健康リスクも示唆されていない**ません**。しかし現在の知見における**不確かさ**に取り組むために、**より一層質の高い研究が必要**です。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

34



居室における中間周波電磁界に関する研究

厚生労働科学研究費補助金事業 平成21-24年度

研究代表者 大久保 千代次

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

居室における中間周波電磁界に関する研究

平成21年度～24年度 総合研究報告書

多氣 昌生 首都大学東京 教授

石井 一行 明治薬科大学 教授

小笠原裕樹 明治薬科大学 准教授

池畑 政輝 鉄道総合技術研究所 主任研究員

吉江 幸子 鉄道総合技術研究所 副主任研究員

樺田 尚樹 国立保健医療科学院 部長

牛山 明 国立保健医療科学院 上席主任研究官

鈴木 敬久 首都大学東京 准教授

和田 圭一 首都大学東京 准教授

IH調理器使用を想定した中間周波電磁界の生物学的ハザードは確認できないと言えます。

<https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/22063>

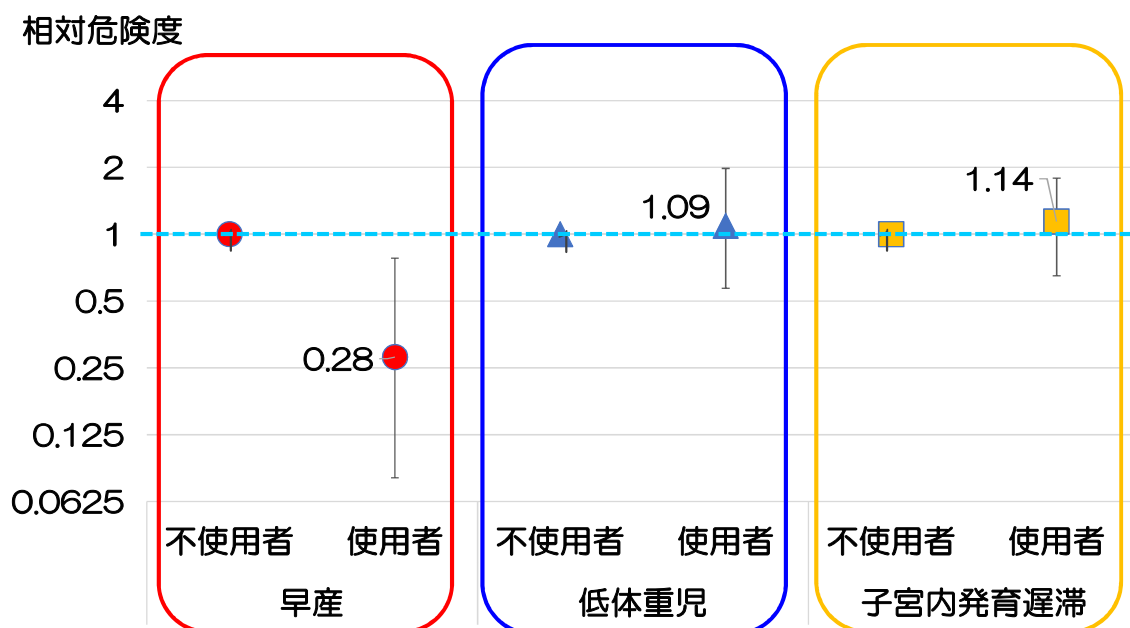
35



妊娠中のIH調理器使用と胎児の疫学

1565組の親子が調査対象

Tokenobu他(愛媛大) Bioelectromagnetics 2021



36

JOIC

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

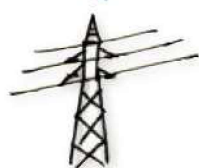
刺激作用

熱作用

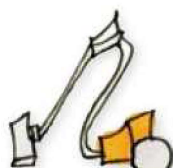
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ

2.45 GHz



スマホ

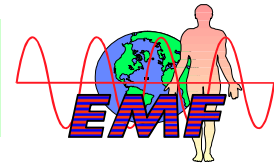


携帯基地局

37

JOIC

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



60ページ

WHO 国際電磁界プロジェクト
情報シート
2005年2月

電磁界と公衆衛生

電子レンジ

マイクロ波とは？

マイクロ波とは、高い周波数の電磁波（無線周波電磁界）であり、可視光（光）と同様に電磁スペクトルの一部です。マイクロ波は、本来、テレビ放送、航空および航海レーダー、携帯電話を含む通信に用いられています。また、工場では材料の加工に、医療ではサドル・治療に、台所では食品の調理に用いられています。

マイクロ波は、光と同じように、物質により反射、伝搬または吸収されます。金属はマイクロ波を完全に反射しますが、ガラスや一部のプラスチック類などの非金属はマイクロ波をほぼ透過させます。

水を含む物質、例えば、食物、液体または組織などはマイクロ波エネルギーを速に吸収し、吸収されたエネルギーは熱に変換されます。この情報シートは、家庭で使われている電子レンジについて、その働きおよび安全性の問題を論じます。電磁界の性質、無線周波およびマイクロ波電磁界の健康への影響に関するさらに詳しい説明は、WHOファクトシート182および183に書かれています。

電子レンジは安全か？

メーカーの取扱説明書に従って使用する限り、電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利です。しかしながら、いくつかの用心しなければならないことがあります。特に、マイクロ波は火の危険性、熱傷、食品の取扱いに関して事前の対策が必要です。

マイクロ波の安全性：電子レンジは設計により、マイクロ波をレンジ庫内に封じ込めること、さらにスイッチが入り、かつ扉が開いている状態でマイクロ波を発生させないことが確保されています。ガラス製の扉の裏面から、および扉を通り抜けてのマイクロ波漏れは、国際的な基準の推奨レベルより十分に低いレベルを限度とするように設計されています。ただし、電子レンジは、汚れた、改竄がある、マイクロ波漏れが起るに起因することがあるでしょう。したがって、電子レンジを良好な状態に保つことは大切なことです。使用後は、扉が正しく閉まること、およびインターロック安全装置（扉が開いている間はマイクロ波を発生させない安全装置に取り付けられています）が正しく働いていることをチェックしましょう。扉の密閉シール材は汚れていないようにし、密閉シール材または電子レンジ外面に目につく傷がないようにします。何らかの問題点が見つかった場合や電子レンジの一部が損傷している場合には、適切な資格を持つサービスエンジニアが修理するまで使用を控えるべきです。

マイクロ波エネルギーは人体に吸収され、ごく露れた組織内に熱を発生させます。眼瞼のようは血液供給と温度調節が乏しい組織、または乳がんのように温度に敏感な組織は、熱による損傷のリスクが高いです。しかし熱損傷は、電子レンジ周辺で測定されるレベルを十分に上回る非常に高い電力レベルに長時間ばく露された場合にしか起きないでしょう。

電子レンジは安全か？

電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利です。

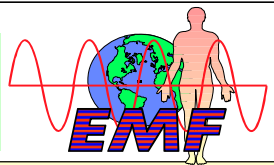
マイクロ波の安全性：ガラス製の扉周りからの、および扉を通り抜けてのマイクロ波漏れは、国際的な基準の推奨レベルより十分に低いレベルを限度とするように設計されています。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

38

JEIC

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



61ページ

食品の安全性と誤解

熱的安全性：電子レンジで加熱された高温のものに触ることで、従来のオープン・ホットプレートで加熱されたものと同じように熱傷を起こすことがあります。一方、電子レンジでの食品加熱に特有な点はいくつかあります。従来のコンロで水を沸かす場合、沸騰し始めるときに気泡がでることで蒸気を逃がすことができます。電子レンジの場合、容器の内部に気泡がでずに水の沸騰がより過熱され、突然に沸騰することがあります。このような突然の沸騰は、容器の中の1個の粒、または外からスプーンなどを入れたことが引き金となり起きることがあります。これまでに過熱水による熱傷の報告が起きています。

もう一つのマイクロ波調理に特有な点は、特定の食品の熱に耐える反応に個々異なることです。表面が多孔質でないもの（ホットドッグなど）または加熱速度が異なる物質でできているもの（例えば野菜と肉）は加熱が「様々」でなく、燃焼することがあります。このような燃焼は、油や炭を塗布するのを避けた場合に起こります。

食料の安全性：食品の安全性は健康に際する重要な問題です。電子レンジ内での加熱速度は、電子レンジの定電力および加熱される食品の水分含有量、密度、分量によって決まります。厚みがある食品にはマイクロ波エネルギーが十分に浸透せず、一様に調理されないことがあります。もし食品が部分的に十分に加熱されないに潜在的に危険性がある微生物を繁殖させることができない場合、これは健康リスクになります。一様に調理されない可動性があるとしても、電子レンジで加熱した食品は、調理終了後に数分間そのまま置いておけば、食品全体に熱が行きわたることがあります。

電子レンジで調理された食品は、従来のオーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養価も同じです。この2つの調理方法の大きな違いは、マイクロ波エネルギーの力が食品に深く浸透し、食品全体に熱が伝わる時間が短縮されるため、全体の調理時間が短縮されることです。

増殖数などを数値で示すように設計されているのは後述した種類の電子レンジのみです。このような利用の仕方については、メーカーの取扱説明書に留意してください。

誤った理解と誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。（略）レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。

電子レンジの製作のしくみ

家庭用電子レンジは一般に500~1100ワットの電力で2450メガヘルツで振動するマイクロ波はマグネトロンと呼ばれる電子管によって生成されます。電子レンジのスイッチを押すと、マイクロ波はレンジ庫内に伝わり、扉の開口部で反射され、レンジ庫内に伝播します。マイクロ波は金属製の扉で反射され、食品に吸収されます。一般的にはレンジ庫内のターニングテーブルの上の食品を加熱することで食品が均等に加熱されるようになっています。マイクロ波エネルギーを吸収した水分は振動し、その分子間の摩擦で加熱が生じ、その熱で食品が調理されます。

従来のオーブンと違い、マイクロ波は食品にだけ吸収され、その周囲のレンジ庫内には吸収されません。マイクロ波調理専用で設計された皿や容器のみを使用しましょう。電子レンジに適さないプラスチックなど一部の材料は、過熱すると溶けたり、熱え上がったたりします。

電子レンジで調理された食品は、従来のオープンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。

誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。（略）レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

39

JEIC

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります



40

JGIC

（１）電波ばく露の短期的影響

「強い電波を浴びるとどうなるの？」

主として熱作用を発生させることが科学的に立証されています。

41

JGIC

電波の生体作用からの防護（電波防護指針）

1 刺激作用

電波によって体内に生じた誘導電流により刺激を感じる
(100kHz程度以下)

2 熱作用

人体に吸収された電波のエネルギーが熱となり、全身又は局所の体温を上昇させる
(100kHz程度以上)

十分な安全率

電波防護指針値

電波法に基づく規制

42

JOIC

電波防護指針の考え方

SAR=単位質量組織・単位時間に吸収されるエネルギー量（比吸収率）

全身ばく露

全身が非常に強い電波にさらされると、エネルギーを吸収し熱作用で深部体温が1℃上昇動物の摂餌行動に影響が現れる。
(全身平均 SAR 4W/kg)

10倍の安全率

局所ばく露

眼が非常に強い電波にさらされると白内障が起こる（局所SAR 100W/kg）。41℃を超えない様に、胸部では5℃、頭部では2℃の上昇を規制（局所SAR 20W/kg）。

2倍の安全率

基礎指針 人体の内部電磁現象に基づいて評価するための指針

管理指針 測定可能な物理量で表した指針

電磁界強度指針

基地局、放送局等に適用

局所吸収指針

携帯電話端末等に適用

管理環境…職業的な環境等

5倍の安全率

50倍の安全率

一般環境…一般の居住環境等

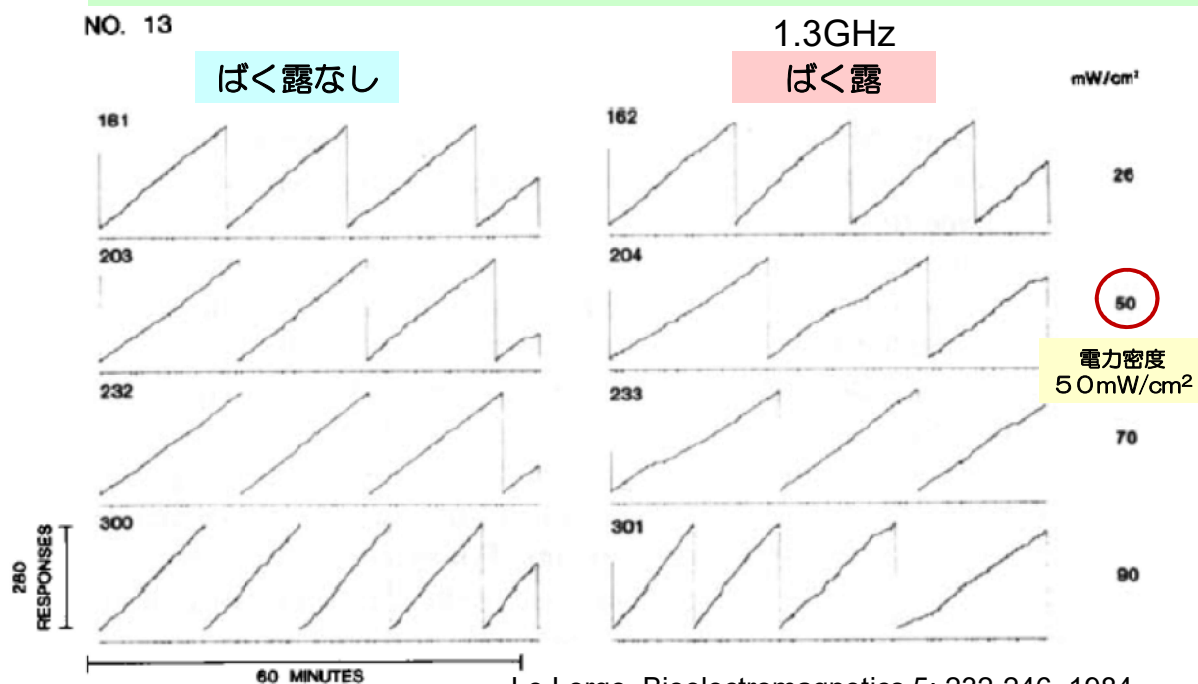
10倍の安全率

43

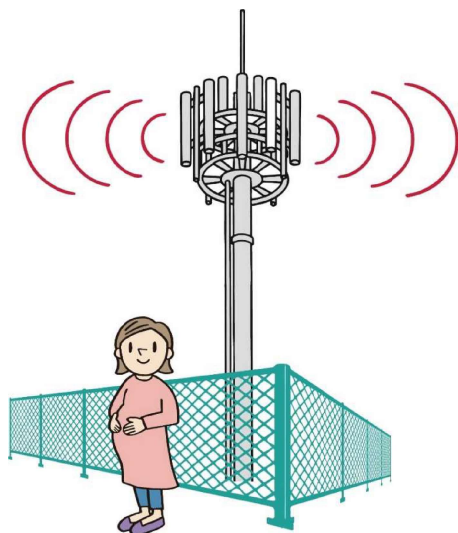
JOIC

①全身ばく露影響 (基地局などからの電波を浴びた場合の影響について)

全身ばく露により深部体温が1℃以上上昇すると
サルの摂餌行動が低下
(体内に吸収されるエネルギーがSAR 4W/kg、
その時の外部電力密度が 50 mW/cm²)



携帯電話基地局への規制 (全身平均SARと外部電力密度)



安全施設（フェンス等）
【電波法施行規則第21条の4】

全身ばく露のエネルギー吸収により
深部体温が1℃上昇し、動物の摂餌
行動に影響が現れる電波の強さ

全身平均SAR 4W/kg
外部電力密度50mW/cm² (1.5GHz～300GHz)

十分な安全率（一般環境）
(影響が現れる電波強度の50分の1)

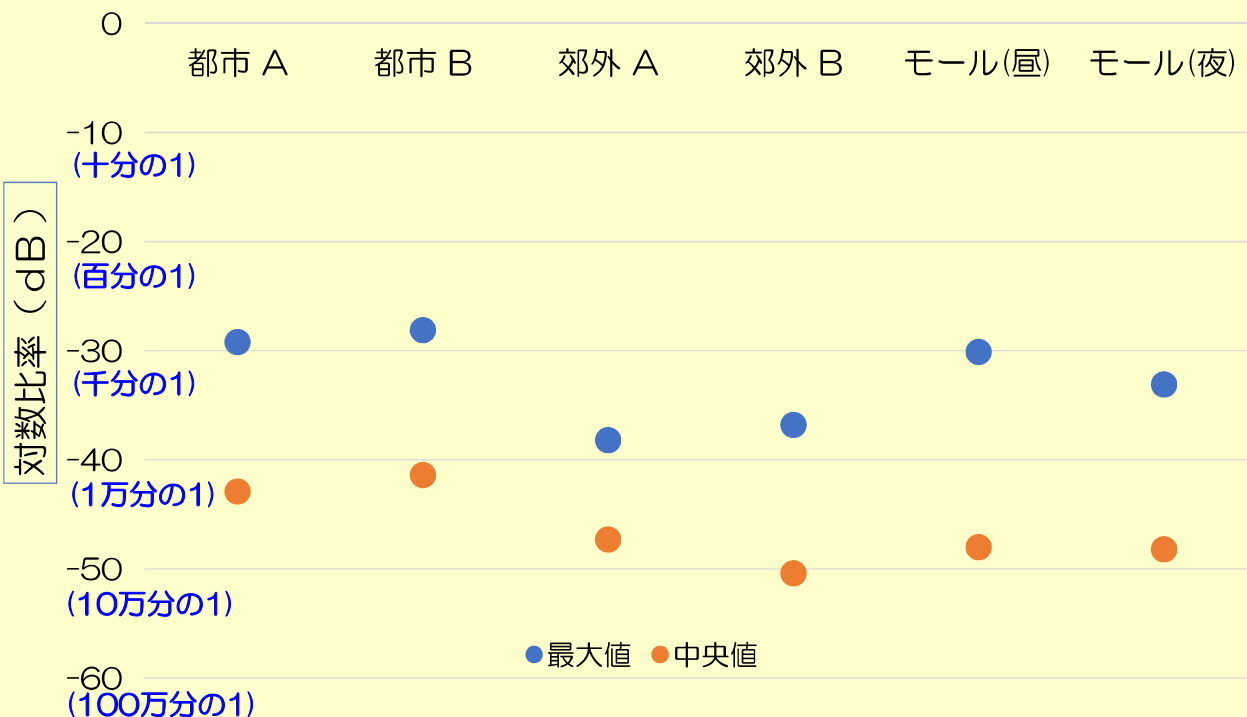
規制値
全身平均SAR 0.08W/kg

全身ばく露の影響レベル
外部電力密度1 mW/cm²

46

JGIC

電波防護指針値に対する電界強度の比率



Onishi et al., Int J Environ Res Public Health. 2021 18:8068 (Table 2 を改編)

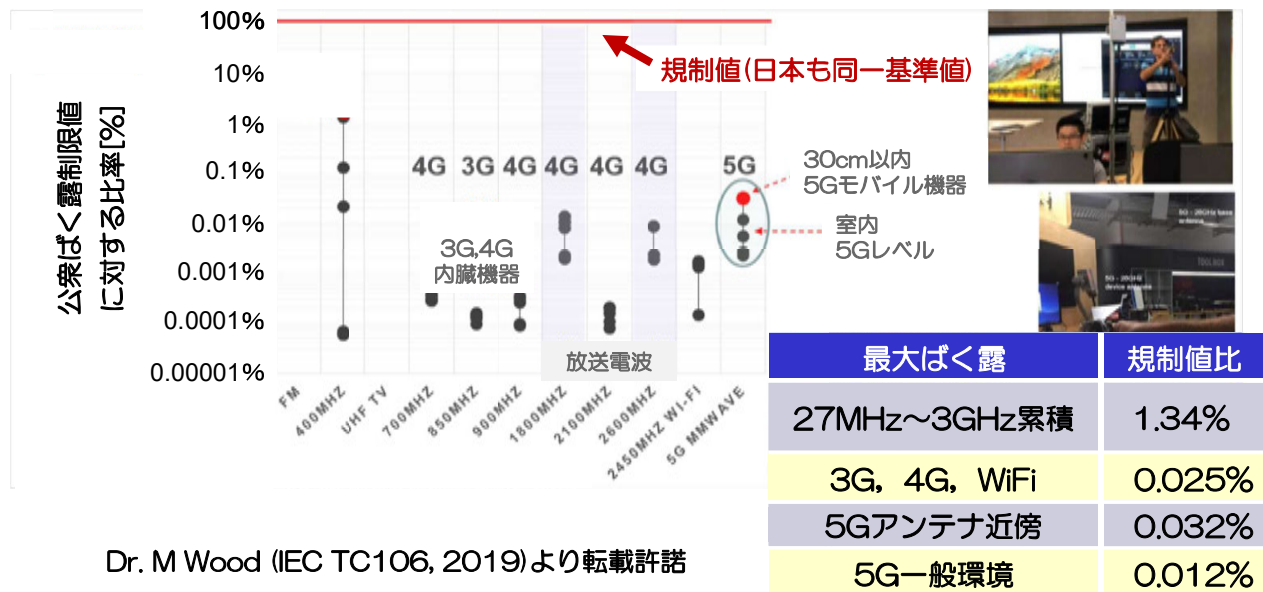
47

JGIC

3G・4G・5G※の電波ばく露レベルの比較

- ✓オーストラリアの研究によると27MHzから3GHzまでの累積で国際的なガイドライン（日本も同一基準）の1.34%と十分に低い値である
- ✓5G電波の強さについては、同ガイドラインの0.012%程度

※●G：第●世代モバイルネットワーク



Dr. M Wood (IEC TC106, 2019)より転載許諾

48

JEIC

WHO ファクトシート No. 304 「基地局および無線技術」 ファクトシート集46ページ

公衆のリスク認知

一部の人々は、RF ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の有害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観の懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

公衆のリスク認知

一部の人々は、電波ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学研究をメディアが発表することです。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

49

JEIC

②局所ばく露影響

(携帯電話端末を使って通話している場合の影響について)

50

JQIC

局所ばく露（携帯電話端末）への規制

吸収されるエネルギー量

	局所の比吸収率 (SAR)
胸部・頭部で41℃を超えない規制	20 W/kg
管理環境（労働環境）	10 W/kg
一般環境 (携帯電話端末への規制)	2 W/kg

2倍厳しく規制

さらに5倍厳しく規制

十分な安全率（影響が現れる電波強度の10分の1）

実際の端末（最大）：0.183W/kg ～ 1.60W/kg
（平均 0.693 W/kg）

市販されている全ての携帯端末は、これらの規制に適合されています。

51

JQIC

新たな超高周波（6GHz以上）の電波利用 局所ばく露（携帯電話端末）への規制

100 kHz-6 GHz	比吸収率（SAR）	任意の組織10g当り 2W/kg (四肢 4W/kg 以下)
6 -30 GHz	入射電力密度	任意の体表面 4cm²当り 2mW/cm²以下
30 -300 GHz		任意の体表面 1cm²当り 2mW/cm²以下

52

JEIC

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」 に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

53

JEIC

国際的なばく露防護ガイドライン値

	国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)	米国電気電子学会 (IEEE)
端末【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均) ※1
基地局 (2GHz) 【電力密度(mW/cm ²)】	1mW/cm ²	1mW/cm ²

※1 米国、カナダ、韓国の指針値の根拠。当初は1.6W/kgであったものを2006年4月に現在の値に改定。

日本と海外の規制値

	日本	米国	英国	仏国	中国	韓国
端末 【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)
基地局 (2GHz) 電界強度 (V/m), 電力密度 (mW/cm ²)	61V/m 1mW/cm ²	61V/m ※2 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	12V/m 0.04mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²

※2 電界強度の規定がないため、電力密度値から換算。

54

JQIC

(2) 弱い電波ばく露の長期的影響

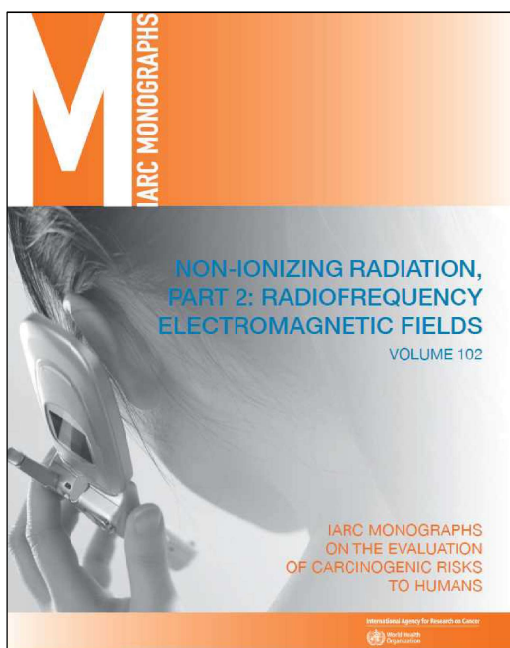
「弱い電波でも長く浴びたら病気になるのでは？」

携帯電話の電波ばく露と脳腫瘍の関連性が指摘されていますが、現在WHOは電波の健康リスク評価の最中です。

55

JQIC

携帯電話使用の長期的影響 IARCの発がんハザード評価では



2011年にタスク会議は無線周波電磁界の発がん性を評価。携帯電話と脳腫瘍（神経膠腫、聴神経鞘腫）の疫学研究の限定的な証拠と、動物の長期ばく露実験研究の限定的な証拠から、**無線周波電磁界を「発がん性があるかもしれない（2B）」と評価。**

56

JEIC

IARC発がんハザード分類例

分類及び分類基準	分類例 [1045]
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。	ベンゼン、アスベスト、たばこ、アルコール飲料、X線、紫外線、太陽光、PCB、大気汚染、粒子状物質、加工肉 [127]
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、動物の発がん性を示す 十分 な証拠がある場合やヒトで 不十分 でも発がんメカニズムの証拠が強い場合など。	クレオソート、高熱の揚げ物作業、日内リズムを乱すシフト労働、熱い飲み物、理容・美容労働、赤肉 [95]
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が 限定的 であり、動物実験での発がん性に対して 不十分 な証拠や 限定的 な証拠がある場合や、ヒトで 不十分 でも動物への発がん性を示す 十分 な証拠がある場合など。	クロロホルム、ガソリン、漬物、ドライクリーニング労働、超低周波磁界、 無線周波電磁界 、アスパルテーム [323]
グループ3：発がん性あるとは分類できない ヒトへの発がん性を示す証拠が 不十分 であり、上の条件に該当しない場合。	コーヒー、カフェイン、原油、水銀、お茶、蛍光灯、静磁界、静電界、超低周波電界 [500]
注1）分類基準は通常用いられるもの。注2）表中[]内の数字は2023年7月時点の評価数	

57

JEIC

IARCの「2B」評価に対して WHOはどう考えているのですか？

58

JEIC

WHO ファクトシート No. 193 携帯電話 ファクトシート集 1-4ページ

WHO ファクトシート 193
2014 年 10 月

電磁界と公衆衛生
携帯電話

要点

- 携帯電話は至るところで使用されており、世界中の加入件数は 69 億と推定されています。
- 国際がん研究機関により、携帯電話が発生する電磁界は「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」に分類されています。
- 携帯電話使用の潜在的な長期的影響をより完全に評価するための研究が進行中です。
- WHO は、2016 年までに、無線周波電磁界ばく露による健康影響に関する全ての研究について公式のリスク評価を実施する予定です。

移動式または携帯式電話は今や、現代の情報通信になくてはならないものの一部です。多くの国において、人口の半数以上が携帯電話を使用しており、その市場は急速に成長しています。2014 年の世界中の加入件数は 69 億と推定されています。世界の地域によっては、携帯電話は最も信頼のできるもの、または唯一の利用可能な電話です。

非常に多くの人々が携帯電話を使用していることを考えれば、潜在的な公衆衛生上の影響を調査し、理解し、監視することは重要です。

携帯電話は、基地局と呼ばれる固定アンテナの通信網を通して電波を送信することにより通信を行います。無線周波（RF）の電波は電磁界で、エックス線またはガンマ線のような電離放射線とは異なり、人体内で化学的結合を切断したり、イオン化を起こすことはできません。

ばく露レベル

携帯電話は、低出力の RF 送信機で、ピーク電力範囲 0.1–2W、周波数範囲 450–2700 メガヘルツで動作しています。端末機は電源が入っている時にのみ RF 電力の送信を行います。RF 電力（したがって、使用者の RF ばく露）は、端末機からの距離の増加に伴い、急速に低下します。このため、身体から 30–40cm 離して携帯電話を使用している状態—例えば、携帯メールやインターネットへのアクセスを行う場合、または“ハンズフリー”機器を利用している場合—の人では、頭部に向けて端末機を保持している人より、RF ばく露は非常に低くなります。

通話中に携帯電話を頭部や身体から離しておける“ハンズフリー”機器を利用することに加えて、通話の回数と長さを制限することによってもばく露は減らせます。受信状態の良好な地域内で電話を使用した場合も、より低い電力での通信が可能になるためにばく露が小さくなります。RF 電磁界ばく露低減用に売られている機器の使用に効果があることは示されていません。

Media centre

Electromagnetic fields and public health: mobile phones

Fact sheet N°193
Reviewed October 2014

Key facts

- Mobile phone use is ubiquitous with an estimated 6.9 billion subscriptions globally.
- The electromagnetic fields produced by mobile phones are classified by the International Agency for Research on Cancer as possibly carcinogenic to humans.
- Studies are ongoing to more fully assess potential long-term effects of

1998年 5月 作成

2000年 6月 作成

2010年 5月 作成

2011年 6月 作成

2014年10月 作成

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

59

JEIC

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」 WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいてい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の
医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで 20 年以上にわた
って多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響
も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携
帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表皮的組織
に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視する程度になります。

多くの研究が、ボナンティアの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界
が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁
界はくさくさ健康への影響について、研究による一貫性のある証拠は示されていません。
さらには、電磁界はくさくさ自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研
究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界はくさくさによる潜在的な長期的リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携
帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に至るような相
互作用があつてから長い年数を経るまで検出できないため、また、携帯電話は 1990 年代初めま
で普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い誘導期間で出現するがんしか
評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露でのがんリスク
上昇がないことを一貫して示しています。

複数の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多
数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までで最大規模の成人を対
象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整し
て、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインさ
れました。

参加した 13 カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10 年以上の携帯電話使用に
伴う神経膠腫および脳腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク
上昇の一貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の使用時間が上位
10%に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇を示唆するものがありました。研究者らは、
バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできな
いと結論しています。

主としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに對
して発がん性があるかも知れない」(グループ 2B)に分類しました。このカテゴリは、因果
関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を根拠もって排除する
ことができない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と 15 年より長い期間の携
帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必
要です。

携帯電話が潜在的な健康
リスクをもたらすかどう
かを評価するために、
これまで20年以上にわ
たって多数の研究が行わ
れてきました。今日まで、
携帯電話使用を原因とす
るいかなる健康影響も確
立されていません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

60

JEIC

「長期的影響 脳腫瘍について」 WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいてい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の
医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで 20 年以上にわた
って多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響
も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携
帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表皮的組織
に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視する程度になります。

多くの研究が、ボナンティアの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界
が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁
界はくさくさ健康への影響について、研究による一貫性のある証拠は示されていません。
さらには、電磁界はくさくさ自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研
究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界はくさくさによる潜在的な長期的リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携
帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に至るような相
互作用があつてから長い年数を経るまで検出できないため、また、携帯電話は 1990 年代初めま
で普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い誘導期間で出現するがんしか
評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露でのがんリスク
上昇がないことを一貫して示しています。

複数の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多
数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までで最大規模の成人を対
象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整し
て、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインさ
れました。

参加した 13 カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10 年以上の携帯電話使用に
伴う神経膠腫および脳腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク
上昇の一貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の使用時間が上位
10%に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇を示唆するものがありました。研究者らは、
バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできな
いと結論しています。

主としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに對
して発がん性があるかも知れない」(グループ 2B)に分類しました。このカテゴリは、因果
関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を根拠もって排除する
ことができない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と 15 年より長い期間の携
帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必
要です。

参加した 13 カ国からの
収集データの国際的
プール分析によれば10
年以上の携帯電話使用
に伴う神経膠腫および
髄膜腫のリスク上昇は
見られませんでした。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

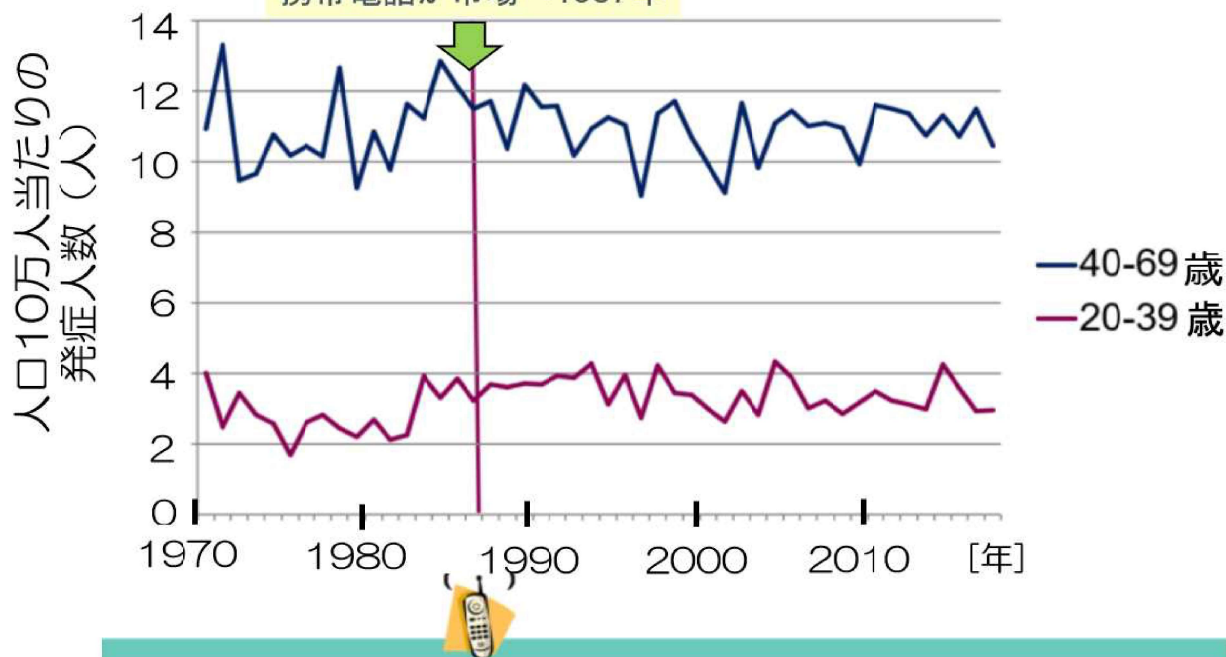
61

JEIC

神経膠腫罹患率 (スウェーデン、1970-2017年、男性)

カロリンスカ研究所 M. Feychting教授より提供

携帯電話が市場へ1987年

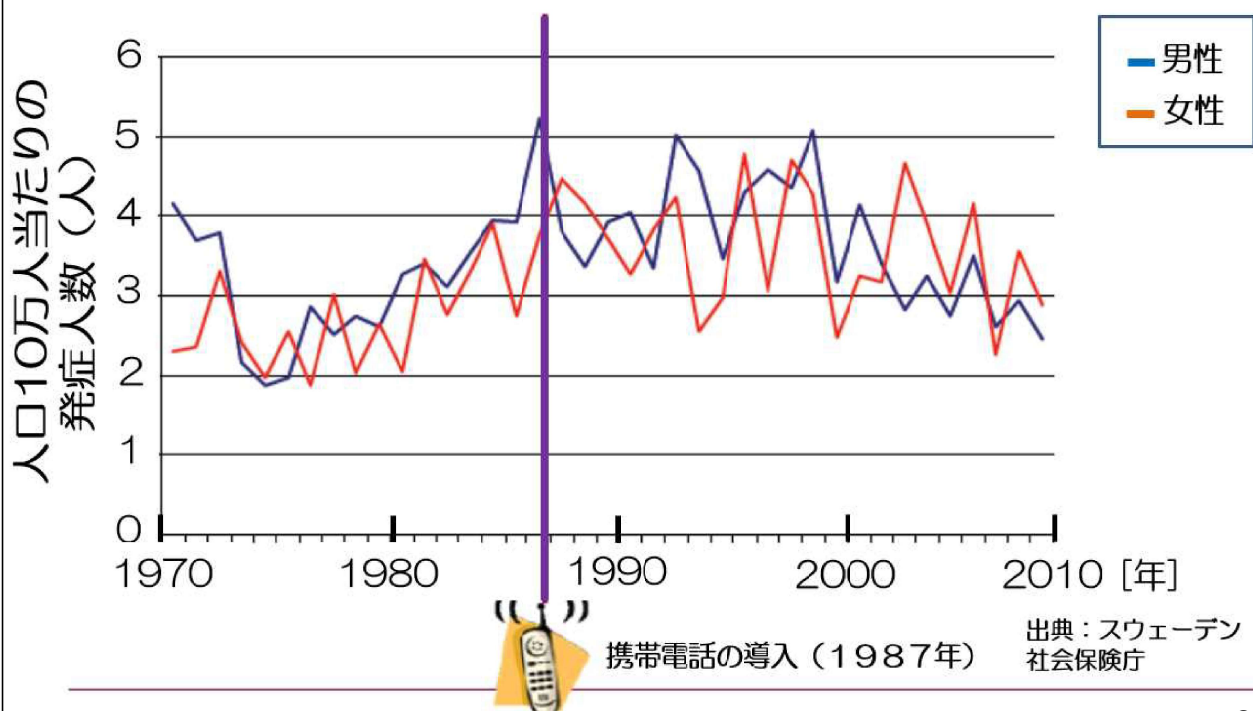


62

JGIC

脳腫瘍罹患率 (スウェーデン、1970-2008, 男女、10-24歳)

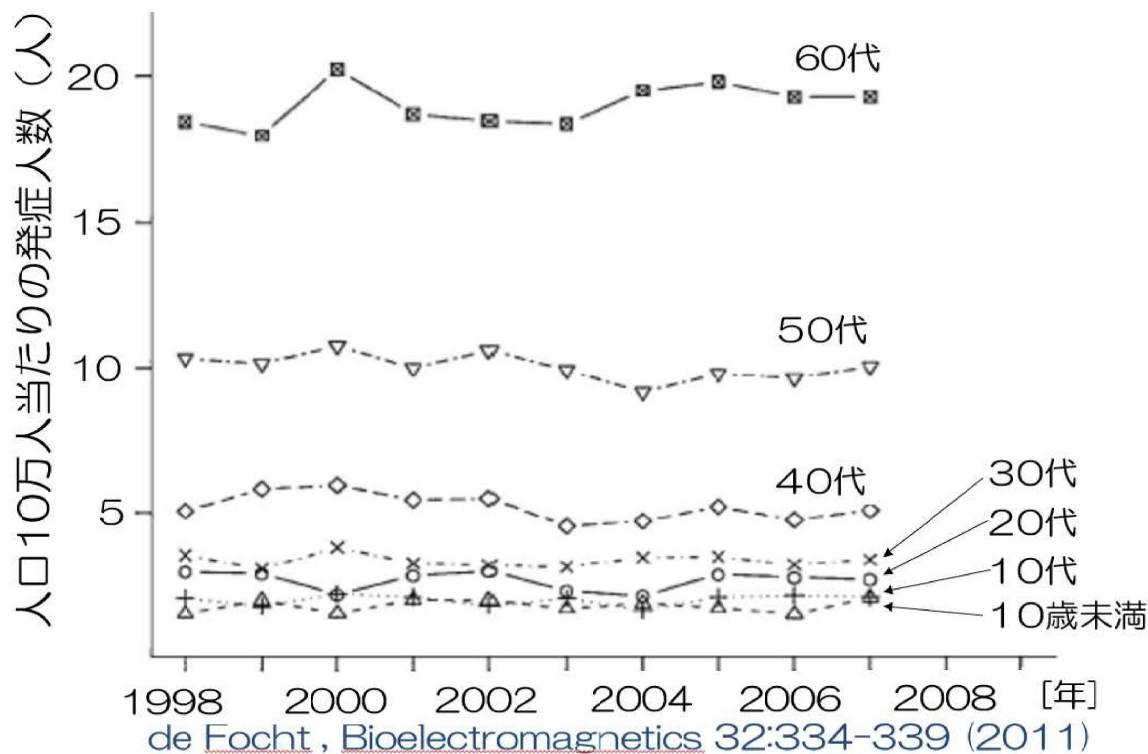
カロリンスカ研究所 M. Feychting教授より提供



63

JGIC

脳腫瘍の罹患率の経年変化（英国）

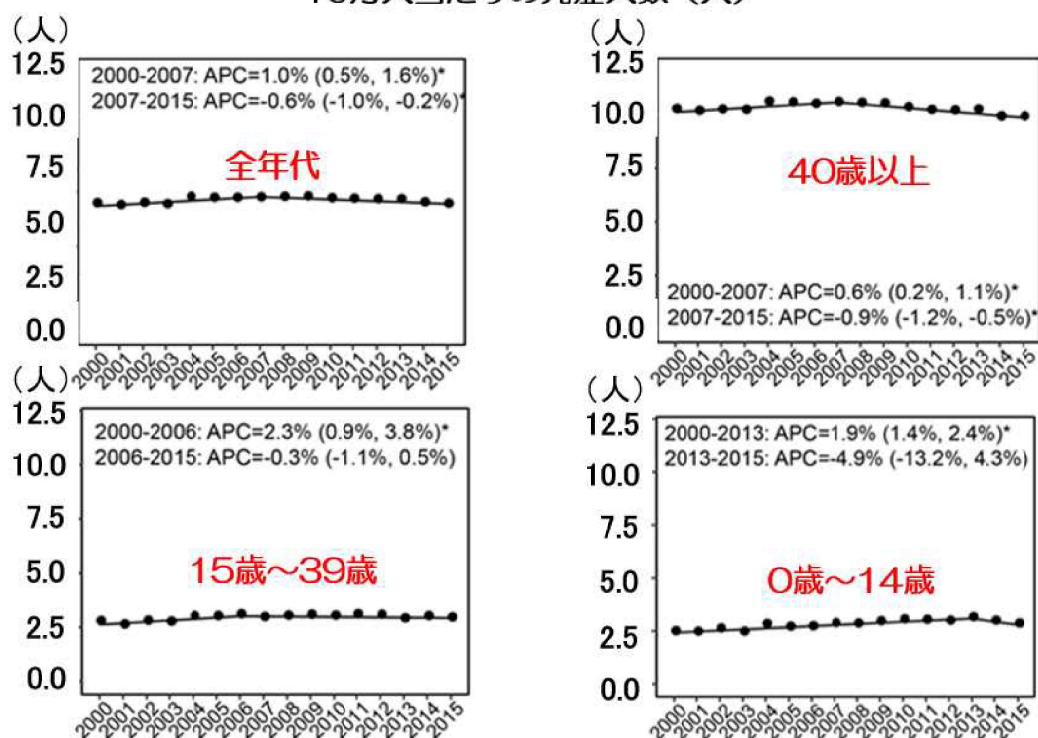


64

JGIC

米国の神経膠腫の罹患率変化 2000年-2015年 CBTRUS Statistical report, Ostrom et al. 2018

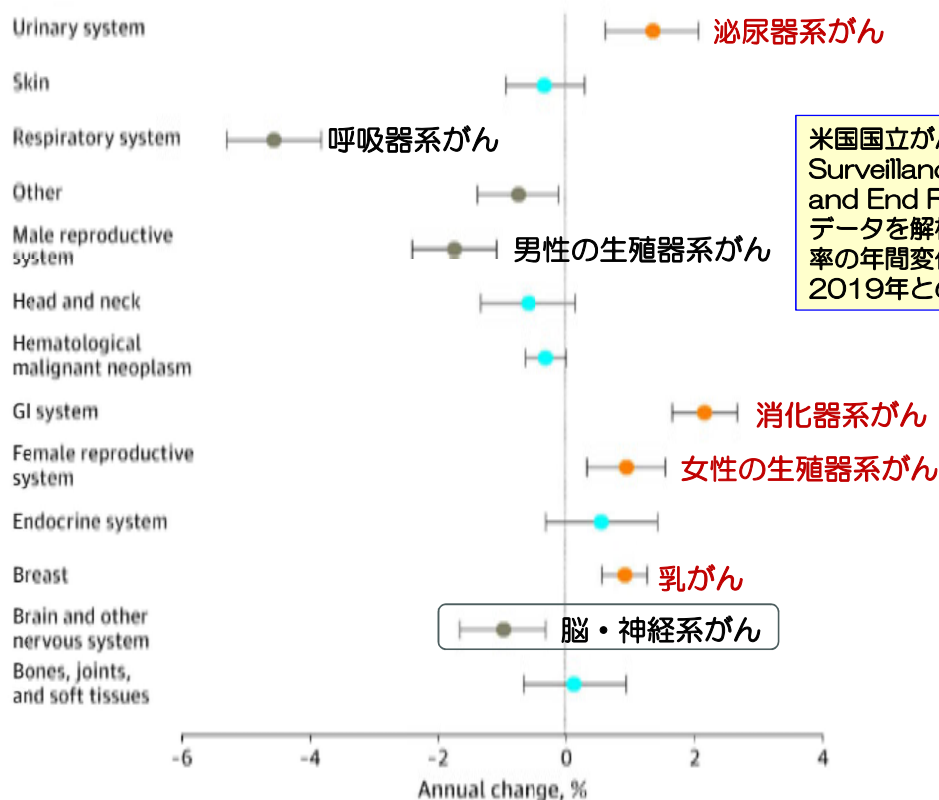
10万人当たりの発症人数（人）



65

JGIC

米国 50歳未満のがん罹患率の変化 (2010年と2019年)



米国国立がん研究所(NCI)による Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) のデータを解析、年齢標準化罹患率の年間変化率(2010年と2019年との比較)

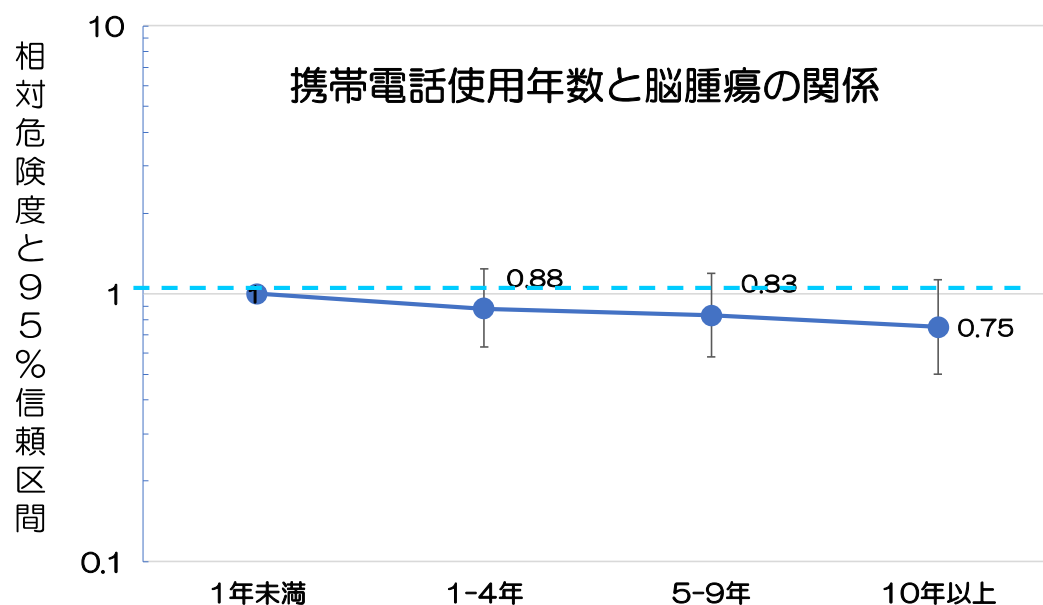
JAMA Netw Open. 2023 Aug; 6(8): e2328171

66

JGIC

MOBI-Kids (日本を含む14か国の症例対照共同研究) (2021年12月)

調査対象者年齢10-24歳 症例群数=899、対照群数=1,910



Environ Int. 2021 Dec 30;160:107069.

67

JGIC

リスク評価のスケジュール

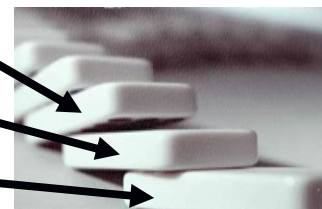
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界(電波)



INTERPHONE 研究 (否定)	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



68

JOIC

①強い低周波磁界の短期的ばく露影響

「強い低周波磁界を浴びるとどうなるの？」

神経への刺激作用が科学的に立証されています。

刺激作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い低周波磁界の長期的ばく露影響

「弱い磁界でも長く浴びていたら病気になるの？」

WHOは疫学での小児白血病との関連性は認めていますが、
因果関係を否定しています。

WHOは疫学での小児白血病増加を示す
磁界の値を規制値にすることを否定しています。

69

JOIC

①強い高周波（電波）の短期的ばく露影響

「強い電波を浴びるとどうなるの？」



熱作用による影響が科学的に立証されています。



熱作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い高周波（電波）の長期的ばく露影響

「携帯電話からの弱い電波でも
長く浴びていたら脳腫瘍になるの？」



現在WHOがその可能性を評価中です。ばく露防護ガイドライン
では長期的影響は科学的根拠が弱いので考慮されていません。

70



電磁波へのリスク認知（不安）

71



リスクへの感じ方（リスク認知）

自発的	-vs-	不本意
制御可能	-vs-	制御不可能
なじみあり	-vs-	なじみなし
恐怖感なし	-vs-	恐怖感あり
次世代影響なし	-vs-	あり
公平	-vs-	不公平
感知できる	-vs-	感知できない

電磁波！

72

JGIC



[Home](#) / [Emergencies](#) / [Diseases](#) / [Coronavirus disease 2019](#) /
[Advice for public](#) / [Myth busters](#)

Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public:
Myth busters （迷信や不安に対するアドバイス）

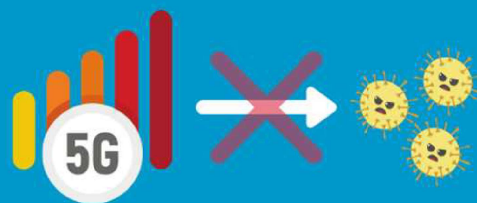
Viruses cannot travel on radio waves/mobile networks.

COVID-19 is spreading in many countries that do not have 5G mobile networks.

ウイルスは電波やモバイルネットワークに乗って移動することはできません。COVID-19は5Gモバイルネットワークのない多くの国々で拡散しています。

their eyes, mouth or nose.

FACT:
5G mobile networks DO NOT spread COVID-19



#Coronavirus #COVID19

8 April 2020

73

JGIC

信頼できる健康リスク情報は？

一般論として、

- 週刊誌情報やいわゆる「危ない」は信頼性が乏しい傾向。
- 新聞情報は社会面ではなく、科学面や論説面の方が信頼できる。
- インターネット情報は、ブログなどで誰でも情報発信できるから、身元（発信元）を確認する必要がある。

<http://www.XXX.go.jp>(国), pref.XXX.jp(自治体),
or.jpまたは org.jp(公共団体), ac.jp(大学)

- 学会からの情報は信頼できる。最も信頼できるのは、国組織や国際機関（WHOなど）の情報。

74

JGIC

総務省



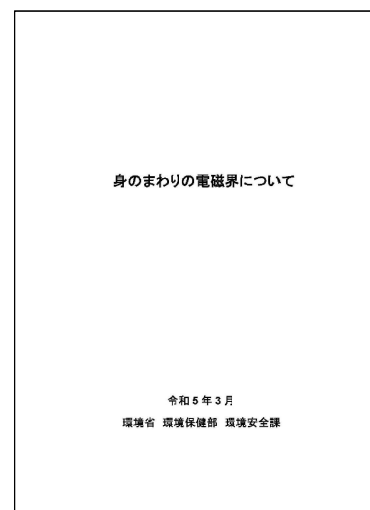
https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/body/emf_pamphlet.pdf

経済産業省



https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi-denjikai.html

環境省



<https://www.env.go.jp/content/000122706.pdf>

75

JGIC

WHOファクトシート和訳集

世界保健機関（WHO）ファクトシート集
電磁界と公衆衛生

JEIC 電磁界情報センター
一般財団法人 電磁安全環境研究所 (JET)

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

76

JEIC

WHO国際電磁界プロジェクトの ホームページ



Home / Health topics / Electromagnetic fields

Electromagnetic fields

Overview

WHO Response

Electromagnetic fields (EMF) of all frequencies represent one of the most common and fastest growing environmental influences, about which anxiety and speculation are spreading. All populations are now exposed to varying degrees of EMF, and the levels will continue to increase as technology advances. Electromagnetic radiation has been around since the birth of the universe, light is its most familiar form. Electric and magnetic fields are part of the spectrum of electromagnetic radiation which extends from static electric and magnetic fields, through radiofrequency and infrared radiation, to X-rays.

https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1

Fact sheets



Q&As



Guidelines



Database



Initiatives



WHO Team



77

JEIC

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、**現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。**ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

78

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。**現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。**こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

79

生活環境と労働環境には、（中略）多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

妊娠の結果に対する影響

生活環境と労働環境には、コンピュータ画面、ウォーターベッドと電気毛布、無線周波の溶接機、高周波温熱治療装置、レーダなど多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

80



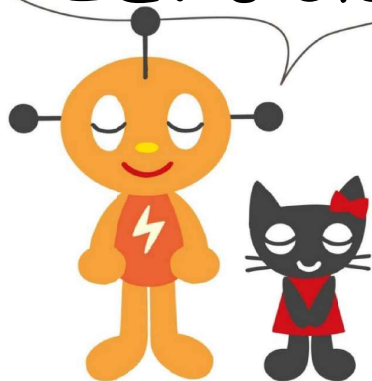
電磁波リスクとのつきあい方

- 身のまわりのいろいろな健康リスクを考慮してみると、電磁波のリスクは深刻に悩む程の大きなリスクではないと推定されます。WHOを初め国際機関や各国政府も同じ見解です。
- 電磁界情報センターは、電磁波の健康リスクをどのように考えるかのご判断となるさまざまな科学的な情報を提供しています。最終的にはみなさまご自身でご判断ください。

81



ご清聴、ありがとうございました。



電磁界情報センター
Japan EMF Information Center

<https://www.jeic-emf.jp/>

TEL.03-5444-2631

82



資料 4

電磁界の健康影響に関する講演会 事前質問・回答集

事前質問・回答集

- 内容が同じ場合は、質問を集約しています
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています

事前質問

電波のガイドライン・規制①

- 一般環境における電磁界強度の指針値は、 $1\text{mW}/\text{cm}^2$ （6分間平均）とされていますが、スマートフォンやパソコン等から発生する $0.01\sim0.05\text{mW}/\text{cm}^2$ の電波を毎日3～4時間ばく露することとも考慮されているのでしょうか？

平均化時間（6分間）は、ばく露される時間のことではありません。

ばく露による体温上昇は直ちには起こらないことから、ある程度の時間で平均化する必要がありますが、平均化時間が短いほど保守的な制限（より安全側）となります。また、平均化時間を超える長時間の場合は、ばく露される時間に関係なく、指針値以下であれば安全と考えられています。

なお、高周波領域の指針の検討に当たり、非熱作用・長期間影響も考慮されていますが、健康への悪影響を生じる可能性のある最も低いばく露レベルは熱的なメカニズムによるものと考えられています。

3

事前質問

電波のガイドライン・規制②

- 電磁波の安全基準について、ヨーロッパと比較して日本が $1\text{mW}/\text{cm}^2$ と高いと言われていますが、改正予定はありますか？

4

我が国の電波防護指針では、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）が定める国際ガイドラインの指針値も参考に、一般環境における電磁界強度指針において、1.5GHz以上の周波数について、電力密度の制限値を1mW/cm²と定めています。

海外で、国際ガイドラインより低い基準を設定している国・都市が一部にあるのは事実ですが、国際ガイドラインには十分な安全係数が考慮されており、ICNIRPは「追加的なプレコーショナリ措置が人口集団の健康に利益をもたらすという証拠はない」との見解を示しています。

このため、現時点で、電磁界強度指針の指針値を改正する予定はありません。

なお、世界保健機関（WHO）も、多くの国が国際ガイドラインを遵守していることを認識した上で、携帯電話の使用について、これまでに健康への悪影響はないとの見解を示しています。

5

“予防原則”に基づく法整備へのWHOの見解 Fact Sheets 322

WHO のガイダンス

高レベルの電磁界への短期的ばく露については、健康への有害な影響が科学的に確立されています（ICNIRP 2003）。政策策定者は、労働者および公衆をこれらの影響から防護するために作成されている国際的なばく露ガイドラインを採用する必要があります。電磁界防護プログラムには、ばく露が制限値を超過することが予測される発生源からのばく露の測定を含めるべきです。

政策策定者は、労働者および公衆をこれらの影響から防護するために作成されている国際的なばく露ガイドラインを採用する必要があります。

少なくするために、科学の動向を監視し、研究プログラムを推進することが望まれます。ELF リスク評価プロセスを経て、知識の欠落部分が同定されました。これらが新たな研究アジェンダの基礎になっています。

- 加盟各国は、情報を与え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

適切なばく露低減対策は国ごとに異なるでしょう。そうではあっても、恣意的に低いばく露制限値を採用する政策は是認されません。

トでばく露を低減する方法を探索するのもよいでしょう。適切なばく露低減対策は国ごとに異なるでしょう。そうではあっても、恣意的に低いばく露制限値を採用する政策は是認されません。

事前質問

電波の測定モニタリング①

- 高周波の電波ばく露モニタリングについて、街中での測定結果の値が低すぎるのではないのでしょうか？
- また、どのように測定場所を決めているのでしょうか？

7

情報通信研究機構（NICT）では、身の回りの電波について網羅的に把握するために、都市部・市街・郊外など様々な環境において測定を行っています。

測定方法についても、測定器を歩道などに置いて測るだけでなく、屋外で広範囲の測定をするために車に測定器を載せて走行したり、小型の測定器を携帯して屋内外を測定するなど、様々な方法で測定を行い、得られた膨大なデータを分析しています。

それらの結果から分かってきたことは、身の回りの電波の強さは、電波防護指針値から大きくても1/100～1/1000程度であるということです。

8

事前質問

電波の測定モニタリング②

- Wi-Fi（無線LAN）が街中や家の中で飛び交っていますが、健康影響はないのでしょうか？

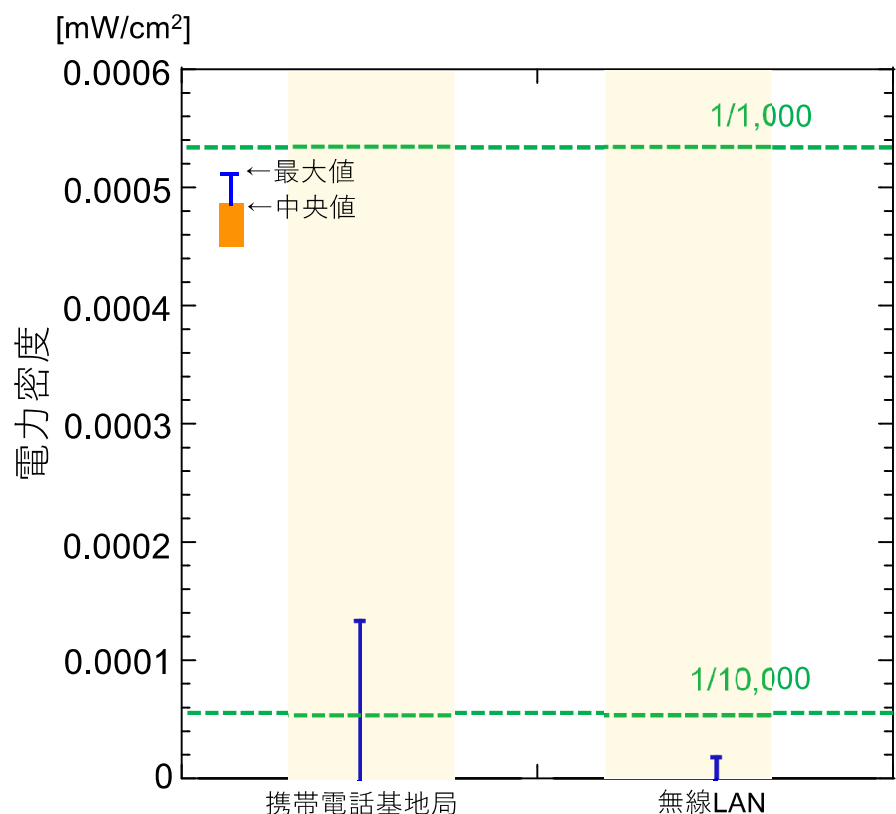
9

情報通信研究機構（NICT）では、屋内外の生活環境における電波のばく露レベルを測定しています。

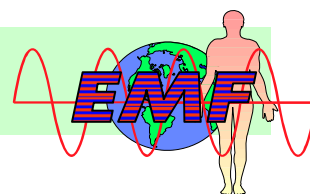
その結果、Wi-Fiについては、携帯電話と同様に、電波防護指針の範囲内で利用されていることが分かっています。

このため、健康影響を生じさせるおそれのあるものではないと考えられます。

住居内の電力密度（中央値・最大値）（携帯電話と無線LAN）



防護指針値は、0.53mW/cm2@700MHz帯下り中心周波数783MHz **10**



ファクトシート304「基地局及び無線技術」

ファクトシート集 44-46ページ

健康に関する懸念

●基地局および無線ネットワークからのRF ばく露のレベルは非常に低いため、それによる温度上昇は微々たるものであり、人の健康に影響を及ぼしません（44ページ）。

●これまでに蓄積された全ての証拠から、基地局からのRF 信号によって健康に有害な短期的または長期的影響が起きることは証明されていません。一般的に、無線ネットワークからのRF信号レベルは基地局よりもさらに低いため、無線ネットワークへのばく露により健康への有害な影響はないと思われます（45ページ）。

11

事前質問

携帯電話の基地局の電波①

- パリでは、小学校のそばには携帯電話の基地局を建てられないというのは本当でしょうか？

12

フランス政府は、携帯電話の基地局に関するQ&Aにおいて、基地局（アンテナ）と特定施設（学校など）との最小距離を定める規制はないと回答しています。

また、その回答の中では、基地局を利用者から遠ざけた場合には、通信品質を維持するために、携帯電話端末側の送信電力が増加することにも言及しています。

事前質問

携帯電話の基地局の電波②

- 5G携帯電話の基地局の電磁波による健康被害を受けています。政府による救済策（補償等）はありますか？
- また、健康影響を防ぐために、研究を実施する予定はありますか？
- 2012年に日本弁護士連合会から、携帯電話の使用頻度と健康被害との実態調査の実施について意見書が出されていますが、どのようにお考えでしょうか？

今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

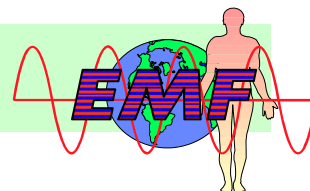
携帯電話の基地局は、電波防護指針を遵守するよう運用されており、安全が確保されていることから、総務省では救済策の検討は行っておりません。

国民の電波に対する不安を解消し、安心して電波を利用できる社会を構築するため、総務省予算により、電波の医学・生物学的影響に関する研究が平成9年度から実施されています。研究成果は、世界保健機関（WHO）の国際電磁界プロジェクトに入力されるなど、電波の健康影響に関する国際的なリスク評価に貢献しています。

現在、受託研究機関では、5Gの健康影響に係る国際共同研究にも参画しています。総務省では、こうした研究を引き続き推進していく予定です。

15

高周波電磁界ばく露の健康影響



ファクトシート304「**基地局及び無線技術**」

ファクトシート集 44－46ページ

健康に関する懸念

●基地局および無線ネットワークからのRF ばく露のレベルは非常に低いため、それによる温度上昇は微々たるものであり、人の健康に影響を及ぼしません（44ページ）。

●これまでに蓄積された全ての証拠から、基地局からのRF 信号によって健康に有害な短期的または長期的影響が起きることは証明されていません。一般的に、無線ネットワークからのRF信号レベルは基地局よりもさらに低いため、無線ネットワークへのばく露により健康への有害な影響はないと思われます（45ページ）。

16

- 携帯電話の基地局の設置に際して、携帯電話事業者から土地所有者や近隣住民への説明が不十分であることは問題ではないでしょうか？

総務省では、携帯電話事業者に対して、次の要請をしております。

- 基地局の開設に際して、通常行われる掲示や資料配布等の方法による地域住民への周知に併せて、開設予定の基地局が電波防護に係る規制を遵守するものである旨を周知すること
- また、その際には、開設予定の基地局に関する携帯電話事業者の問合せ先も併せて周知すること
- 基地局が発射する電波の安全性について説明を求められた場合は、開設予定の基地局は電波防護に係る規制を遵守するものである旨を説明すること

各携帯電話事業者においては、上記の要請も踏まえた適切な対応を講じることが望ましいと考えております。

事前質問

携帯電話の基地局の電波④

- 携帯電話の基地局について、携帯電話事業者ごとの違いによる健康影響の可能性はないのでしょうか？

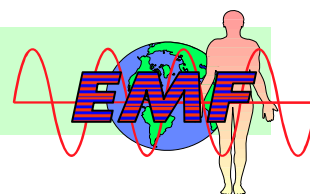
19

電波の強さは、携帯電話事業者ごとではなく、基地局ごとのカバーエリア（駅前広場、住宅街、建物内等）に応じて変わります。

また、周波数については、携帯電話事業者ごとに異なります。

これらの違いはあっても、いずれの携帯電話事業者も、電波防護指針に適合するように電波を使用しており、健康影響を生じさせるおそれのあるものではないと考えます。

20



ファクトシート304「基地局及び無線技術」

ファクトシート集 44-46ページ

健康に関する懸念

- 基地局および無線ネットワークからのRF ばく露のレベルは非常に低いため、それによる温度上昇は微々たるものであり、人の健康に影響を及ぼしません（44ページ）。
- これまでに蓄積された全ての証拠から、基地局からのRF 信号によって健康に有害な短期的または長期的影響が起きることは証明されていません。一般的に、無線ネットワークからのRF信号レベルは基地局よりもさらに低いため、無線ネットワークへのばく露により健康への有害な影響はないと思われます（45ページ）。

21

事前質問

携帯電話システムの高度化

- ・ 4Gから5Gへの移行など、携帯電話の世代が上がれば、周波数などの変化もありますが、健康影響との関係について教えてください。

講演 1・5の中で説明しました。

予稿集 11~13ページ スライド13~17
75ページ スライド53

22

携帯電話が使用する高周波領域の電波については、科学的に確立された健康影響は熱作用によるものであり、ミリ波であっても変わりません。

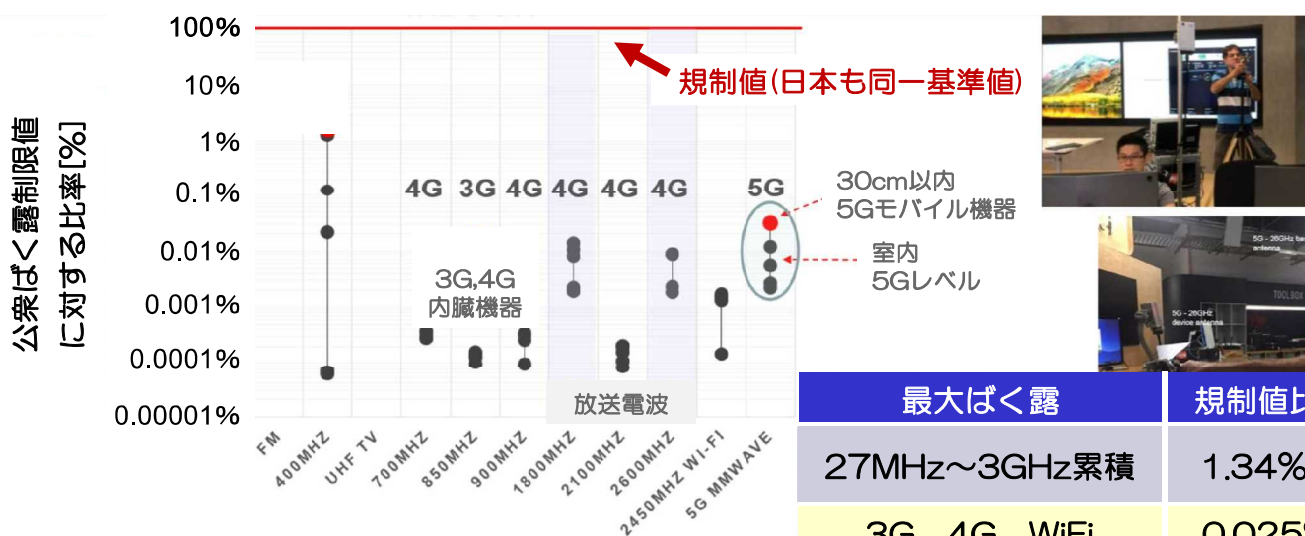
電波防護指針では、300GHzまでの周波数の電波について、熱作用による人体の健康への悪影響がないように、十分な安全率を考慮して指針値を定めています。

4G・5Gだけでなく、将来的に、新たな通信方式やより高い周波数帯を使用した無線システムが導入された場合でも、電波防護指針を遵守することで、安心して利用することができます。

3G・4G・5G※の電波ばく露レベルの比較

- ✓オーストラリアの研究によると27MHzから3GHzまでの累積で国際的なガイドライン（日本も同一基準）の1.34%と十分に低い値である
- ✓5G電波の強さについては、同ガイドラインの0.012%程度

※●G：第●世代モバイルネットワーク



Dr. M Wood (IEC TC106, 2019)より転載許諾

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」 に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

25

事前質問 スマートフォンの電波

- ・ スマートフォンについて、就寝時、そばに置くのはよくないと聞きますが、電源を切った状態であれば電磁波の影響はありませんか？
- ・ また、スマートフォンの「機内モード」は、電磁波が出ない状態なののでしょうか？

26

スマートフォンは、電波防護指針を満たすように製造されていますので、電源又は機内モードのオン・オフに関わらず、就寝時にそばに置いて問題ありません。

なお、一部の機種では、電源オフでも端末を探せるように近距離通信ができるなど、電磁波が出ることがあります。

また、機内モードであっても、設定によって、Wi-FiやBluetoothを利用できる機種もあります。

事前質問

植込み型医療機器への影響①

- 植込み型心臓ペースメーカーへの電磁波の影響について、注意点を教えてください。

講演 1 の中で説明しました。

予稿集14～15ページ スライド18～21

電磁波により植込み型医療機器が誤動作するおそれがあることが、総務省の調査でも確認されています。そのため、「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器等へ及ぼす影響を防止するための指針」を定めています。

たとえば、携帯電話とは15cm、非接触ICカード読取り機とは12cmの離隔距離を推奨しています。また、万引き防止ゲートでは、立ち止まらず、通路の中央をまっすぐに通過するように求めています。

身のまわりの電磁界について

令和5年3月
環境省 環境保衛部 環境安全課

Q.6：電磁界は医療機器に影響を及ぼすのですか？

35－43ページ

事前質問

植込み型医療機器への影響②

- 以前は、電車等の優先席付近では、携帯の電源を切るようアナウンスされていましたが、最近では、混雑時は切るように言われています。携帯電話の進化で安全になったのでしょうか？また、混雑時に気をつけることはありますか？
- 携帯電話の電波のペースペーカへの影響について、以前のPDC方式、CDMA方式、最近の5Gミリ波等の電波の違いによる影響度について教えてください。

31

植込み型医療機器の装着部と携帯電話を15cm程度以上離していただくよう推奨しています。

携帯電話の通信方式の発展に伴い、より小さい出力で通信できるようになりました。

また、5Gで使用されている高い周波数では、電波が人体内部に入りにくいいため、植込み型医療機器に影響を与える可能性はより小さくなると考えられます。

さらに、植込み型医療機器にも、電波の影響を受けにくくする対策がとられています。

なお、国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G/W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。

32

事前質問

電磁波の健康影響①

- 携帯基地局の電波による健康被害を訴える人がいることを踏まえ、電波の専門家だけでなく人体の専門家の意見もお聞きしたいです。
- 携帯基地局が建設された以降に、体調が悪化した方がいますが、安全と言えるのでしょうか？

次ページに続きます

33

事前質問

電磁波の健康影響①

- 子供が強い頭痛を訴えるため、MRI検査も受けましたが原因が分かりませんでした。携帯電話の基地局が100m以内に2カ所あることがわかり、シールドカーテンなど電磁波対策をしたところ、頭痛が治まりました。頭痛の原因は、電磁波の影響と考えられないでしょうか？

次ページに続きます

34

事前質問

電磁波の健康影響①

- 電磁波で健康被害が出ている方がいますが、それでも安全だと言えるのでしょうか？
- 電磁波による被害を訴えている方がいるにもかかわらず、現地の調査をしないで安全だという理由を教えてください。
- 無線基地局など電波を送受信する設備の近くは、電磁波が強いと思いますが、人体への影響はないのでしょうか？

次ページに続きます

35

事前質問

電磁波の健康影響①

- 電磁波が安全であると評価した研究事例を具体的に教えて下さい。
- 安全であると言っているのに、安全ではないかもしれないという研究結果が出るのはなぜでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集73ページ スライド49、88ページ スライド78、79

WHOファクトシート集 関連ページ

「基地局および無線技術」44～46ページ

36

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

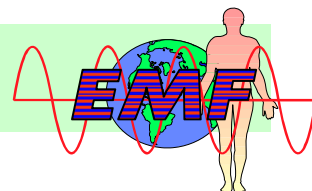
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

37

高周波電磁界ばく露の健康影響



ファクトシート304「基地局及び無線技術」

WHOファクトシート集 44-46ページ

- 公衆が立ち入る場所（学校や病院を含む）での基地局および無線技術からの電波ばく露は、通常、国際基準よりも数千倍も低いことが示されました。
- 非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、**基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。**

38

携帯電話基地局と安寧：メタ分析

Klaps 他5名 (Sigmund Freud University Vienna, オーストリア),
Sci Total Environ (2016) 544: 24-30

Science of the Total Environment 544 (2016) 24–30

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Mobile phone base stations and well-being – A meta-analysis

Armin Klaps^{a,1}, Ivo Ponocny^{b,1}, Robert Winker^c, Michael Kundi^d, Felicitas Auersperg^e, Alfred Barth^{e,*}

^a Department of Psychology, Sigmund Freud University Vienna, Austria
^b Department of Applied Statistics and Economics, MODUL University Vienna, Austria
^c Health and Prevention Center of the Insurance Institution for Vienna Employees, Austria
^d Department of Public Health, Medical University Vienna, Austria
^e Department of Psychology, Sigmund Freud University Linz, Austria

HIGHLIGHTS

- Our meta-analytic results provide evidence that mobile phone base stations do not affect human well-being.
- When concerning unblinded studies nocebo effects should be considered.

GRAPHICAL ABSTRACT

39

Table 1
Characteristics of the studies included in the meta-analysis.

Reference	Study design	N	Male/female
Abdel-Rassoul et al. (2007)	c	85	Male 48 Female 37
Augner and Hacker (2009)	c	57	Male 22 Female 35
Augner et al. (2009)	a	57	Male 22 Female 35
Berg-Beckhoff et al. (2009)	c	3526	Male 1573 Female 1953
Blettner et al. (2009)	c	30047	Male 14399 Female 15648
Bortkiewicz et al. (2012)	c	500	Male 181 Female 319
Danker-Hopfe et al. (2010)	a	397	Male 195 Female 202
Eltiti et al. (2007)	a,b	176	Male 100 Female 76
Furubayashi et al. (2009)	a	54	Male 0 Female 54
Hutter et al. (2006)	c	365	Male 150 Female 215
Regel et al. (2006)	a	117	Male 55 Female 62
Riddervold et al. (2008)	a	80	Male 41 Female 39
Thomas et al. (2008)	c	322	Male 155 Female 173
Wallace et al. (2010)	a,b	183	Male 71 Female 112
Wallace et al. (2012)	a	180	Male 84 Female 96
Gómez-Perretta et al. (2013)	c	88	Male 45 Female 33
Shahbazi-Gahrouei et al. (2014)	c	250	Male 117 Female 133

Note. Sample: a = double blind, b = experiment unblinded, c = field study.

40

携帯電話基地局から発せられる電磁波が大人の健康に影響を及ぼすかどうかは不明確です。このトピックに関する既存の研究は非常に一貫性がありません。本論文では、17の研究の結果に基づいてメタ分析を行い、この問題を明らかにしようと試みています。二重盲検研究では、人間の健康に影響を及ぼしませんでした。それに対照的に、フィールドまたは非盲検研究は、明らかに影響があることを示しました。

電磁波有害説の研究方法に着目し、「RCTかつ二重盲検法（8件）」「RCTかつ盲検でない研究（2件）」

「フィールド研究（9件）」の3つに分類したうえで分析した。その結果、データ精度の高い二重盲検法による研究では悪影響を示すデータが得られていないことが判明した。

一方で、データの精度が低い「盲検でない研究」やフィールド研究では電磁波による害が強く示されていた。これはたとえば、「疲労感」という同じ尺度に対して、二重盲検法を用いた研究では、統計的に有意でなく（ $p=0.73$ ）、低い効果量（ $r=0.01$ ）であるのに対し、フィールド研究では、統計的に有意な差（ $p<0.0001$ ）や盲検法時よりも高い効果量（ $r=0.15$ ）が得られているといった具合である。最終的に、「ノセボ効果」の可能性が高いとの考察と、電磁波固有の害とは考えにくいとの結論が出されている。

事前質問

電磁波の健康影響②

- SNS、ネット検索で携帯電話を長時間使用すると健康影響が生じるのでしょうか？
- 携帯電話の通話は、長期的にどれくらい健康影響があるのでしょうか？

次ページに続きます

43

事前質問

電磁波の健康影響②

- 携帯電話の電波について、脳への影響が平成10年頃にマスコミ等で報道されていましたが、現在はそういった報道がありません。健康影響の問題はないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集78～79ページ スライド59～61

WHOファクトシート集 関連ページ

「携帯電話」1～3ページ

「基地局および無線技術」44～46ページ

44

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいてい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで 20 年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視する程度になります。

多くの研究が、携帯電話の電磁的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、脳腫瘍が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界はく霞による健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は示されていません。さらには、電磁界はく霞と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界はく霞による潜在的な長期的リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に及ぼす相互作用があつてから長い年数を経るまで検出できないため、また、携帯電話は 1990 年代初期まで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い経過期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露でがんリスク上昇がないことを一貫して示しています。

腫瘍の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までの最大規模の成人を対象とした前向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の脳腫瘍のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した 13 カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10 年以上の携帯電話使用に伴う神経膠腫および脳神経腫のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の一貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位 10% に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇を示唆するものがありました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

主としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」(グループ 2B) に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信憑的であると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と 15 年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

45

リスク評価のスケジュール

静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）

2006年	2007年	電波 (>100kHz - 300GHz) IARC 2011 WHO 2023以降
--------------	--------------	---

INTERPHONE 研究（否定）

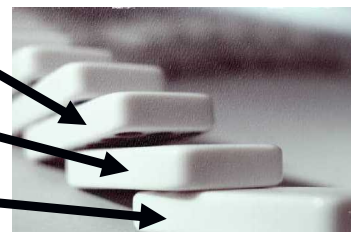
2010年

IARC 電波の発がん性評価(2B)

2011年

WHO 電波の健康リスク評価

2023年評価中



46

事前質問 電磁波の健康影響③

- 電磁波は、子供の成長への影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集62～63ページ スライド27～28

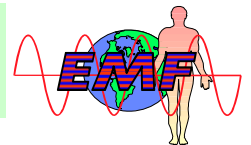
予稿集83～84ページ スライド68～70

WHOファクトシート集 関連ページ

「超低周波電磁界へのばく露」47～50ページ

47

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、**発育異常**、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

48

リスク評価のスケジュール

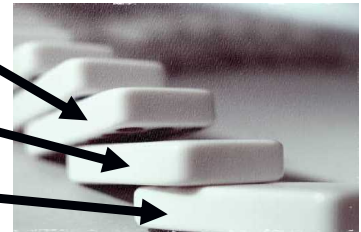
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界(電波)



INTERPHONE 研究 (否定)	2010年
IARC 電波の発がん性評価 (2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



49

事前質問 電磁波の健康影響④

- 4、50年前と比べて、電磁波の影響で人の健康に何か違いが見られているのでしょうか？

特に変化はありません。電波ばく露自体の問題ではありませんが、過度なるスマホ依存やゲーム依存が成長期の子供の発育に影響が懸念されています。

50

事前質問

電磁波の健康影響⑤

- 送電線や変電所等の電力設備からの電磁波と、5Gをはじめとする携帯電話設備からの電磁波による人体に対する影響について、それぞれどのような影響があり、またどちらがより影響が大きいのでしょうか？

予稿集8～13ページ スライド7～17

予稿集53～64ページ スライド9～30

予稿集69～84ページ スライド40～70

WHOファクトシート集 関連ページ

「携帯電話」1～3ページ、「超低周波(ELF)」21～26ページ

「基地局および無線技術」44～46ページ

「超低周波電磁界へのばく露」47～49ページ

51

①強い高周波（電波）の短期的ばく露影響

「強い電波を浴びるとどうなるの？」



熱作用による影響が科学的に立証されています。



熱作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い高周波（電波）の長期的ばく露影響

「携帯電話からの弱い電波でも
長く浴びていたら脳腫瘍になるの？」



現在WHOがその可能性を評価中です。ばく露防護ガイドラインでは長期的影響は科学的根拠が弱いので考慮されていません。

52

①強い低周波磁界の短期的ばく露影響

「強い低周波磁界を浴びるとどうなるの？」



神経への刺激作用が科学的に立証されています。



刺激作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い低周波磁界の長期的ばく露影響

「弱い磁界でも長く浴びていたら病気になるの？」



WHOは疫学での小児白血病との関連性は認めていますが、
因果関係を否定しています。



WHOは疫学での小児白血病増加を示す
磁界の値を規制値にすることを否定しています。

53

電力設備、携帯電話設備いずれの設備も
有害な健康影響がない範囲で管理されて
いますので、影響の程度を比較すること
にあまり意味はありません。

54

事前質問

電磁波の健康影響⑥

- 6,600Vの高圧電線下では、人体に対して影響はあるのでしょうか？また、電界強度の規制値はいくらでしょうか？

講演3, 5の中で説明しました。

予稿集34ページ スライド11、

予稿集57～58ページ スライド16～18

55

国際的なばく露ガイドライン



ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）2010年

日本では、ICNIRPのガイドライン値よりも低い**3kV/m**（電力設備から発生する**電界**の感知限界）を規制値として導入。〔電気設備技術基準省令第27条〕

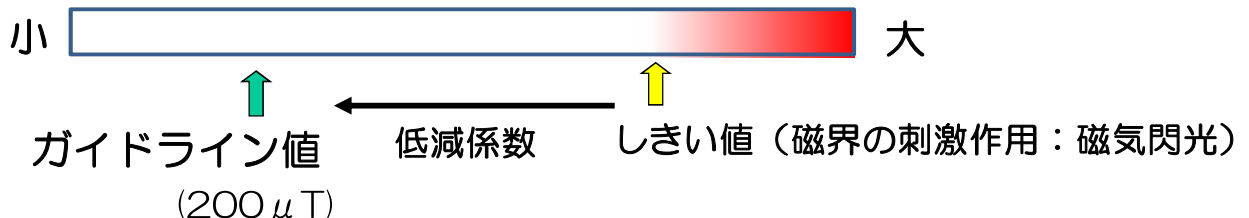
（1976年）

公衆のばく露

周波数	電界 (kV/m)	磁界 (μ T:マイクロテスラ)
50 Hz	5.0	200
60 Hz	4.2	200

日本では、ICNIRPのガイドライン値（50Hz, 60Hz いずれも**200 μ T**）を電力設備から発生する**磁界**規制値として導入。

〔電気設備技術基準省令第27条の2〕（2011年）



56

日本と海外の電磁界に対する規制・ガイドライン

		制定年	電界		磁界	
			(kV/m)	区分	(μ T)	区分
国際 レベル	ICNIRP 注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		//	4.2(60Hz)	//	200(60Hz)	//
国 レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200 (50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス 注4)	2000年	5	規制	100(50Hz)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア 注4)	2003年	5	規制	100(50Hz)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

注1) 2010年に改訂した新ガイドラインによる。それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz)。

注2) 韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mです。

注3) 米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

注4) スイス、イタリアでは本規制値以外に予防原則に基づいた磁界の規制値を設定。

注5) 英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン（1998年版）から独自に換算した値に基づいています。

57

事前質問 電磁波の健康影響⑦

- 高圧の電圧下では、足底が熱くなります。血流の鉄分の粒子が振動して、熱くなると理解して良いのでしょうか？

人体の血液には、酸素を運ぶ重要な役割をしているヘモグロビンの中に鉄分が含まれていますが、一般的な固形の鉄と血液中の鉄分は、性質が全く異なります。したがって血液中の鉄分が生活環境の磁界の影響を受けることはありません。

58

事前質問

電力設備の電磁波

- 自宅マンションから30m離れた位置に送電線があり、40年間居住していますが、健康影響はどの程度でしょうか？
- 地上変圧器から発生する電磁波の健康影響について教えてください。

次ページに続きます

59

事前質問

電力設備の電磁波

- 送電線や配電線について、電磁波の影響で施設に反対や苦情が多くあると聞きますが、実際に健康影響があるのでしょうか？

講演3, 5の中で説明しました。

予稿集31ページ スライド4

予稿集53～64、83ページ スライド9～30、69

WHOファクトシート集 関連ページ

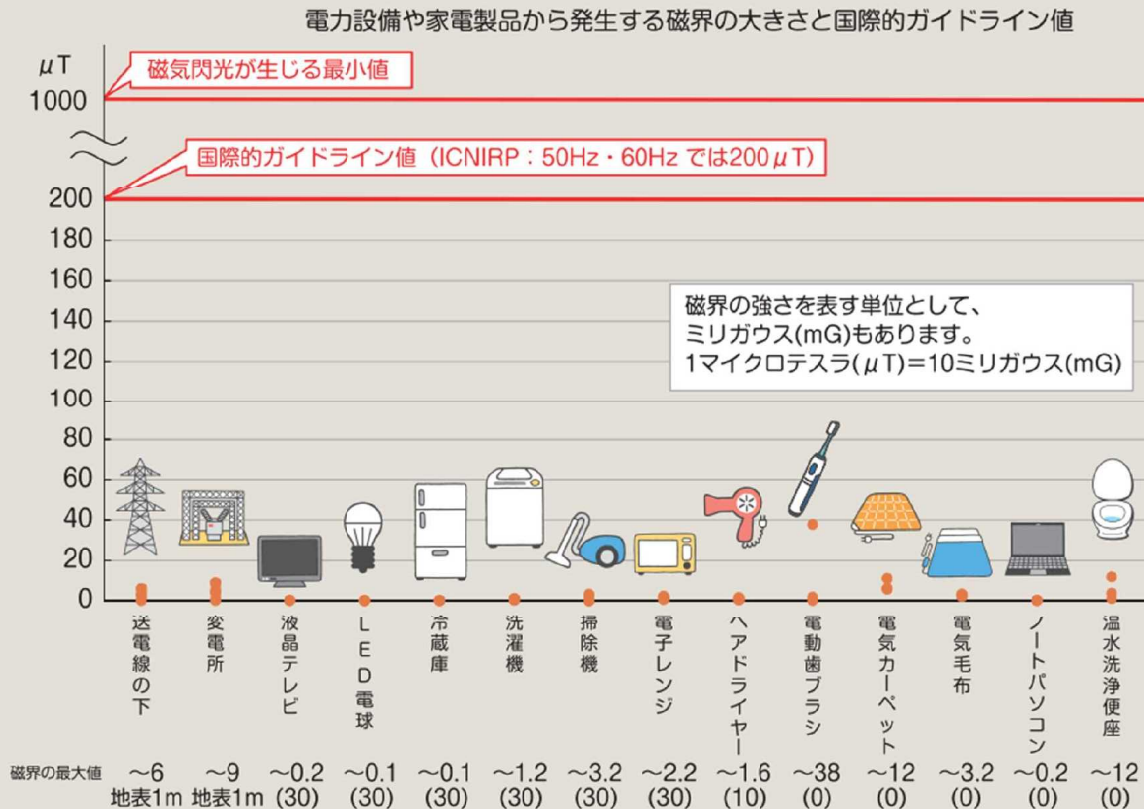
「超低周波(ELF)」21～26ページ

「超低周波電磁界へのばく露」47～50ページ

60

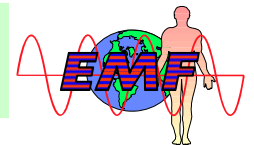
身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



61

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、**発育異常**、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

62

事前質問

太陽光発電設備の電磁波

- 建物屋上に設置する太陽光発電のパワーコンディショナから発生する電磁波は、健康影響があるのでしょうか？

講演 1, 5の中で説明しました。

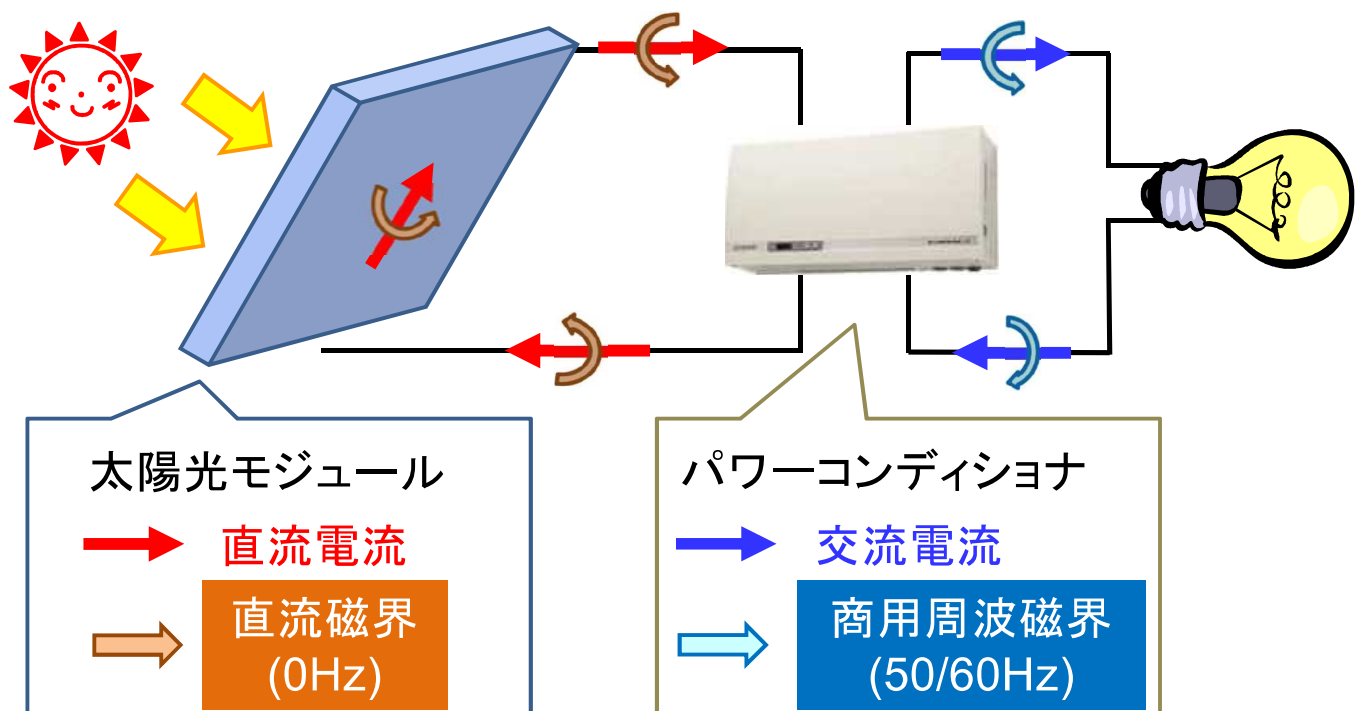
予稿集31ページ スライド4、

43ページ 8~9スライド

63

太陽光発電システムの磁界発生源

➤ どこから磁界は発生してる？



64

ICNIRPガイドライン値との比較

パワーコンディショナの交流磁界

機種 タイプ	パワーコンディショナ			電化製品 (参考)	ガイドライン値
	測定値				
	電流	最大値 (0.2m)	最大値 (0.0m)		
A	16.1～ 21.3A	4.04 μ T	61.9 μ T	ヘアードライヤ(10cm) ：1.6 μ T 掃除機（30cm） ：3.2 μ T	200 μ T
B	22.0～ 25.0A	7.49 μ T	17.1 μ T	洗濯機（30cm） ：1.2 μ T	

家庭用より大容量の業務用装置にて測定

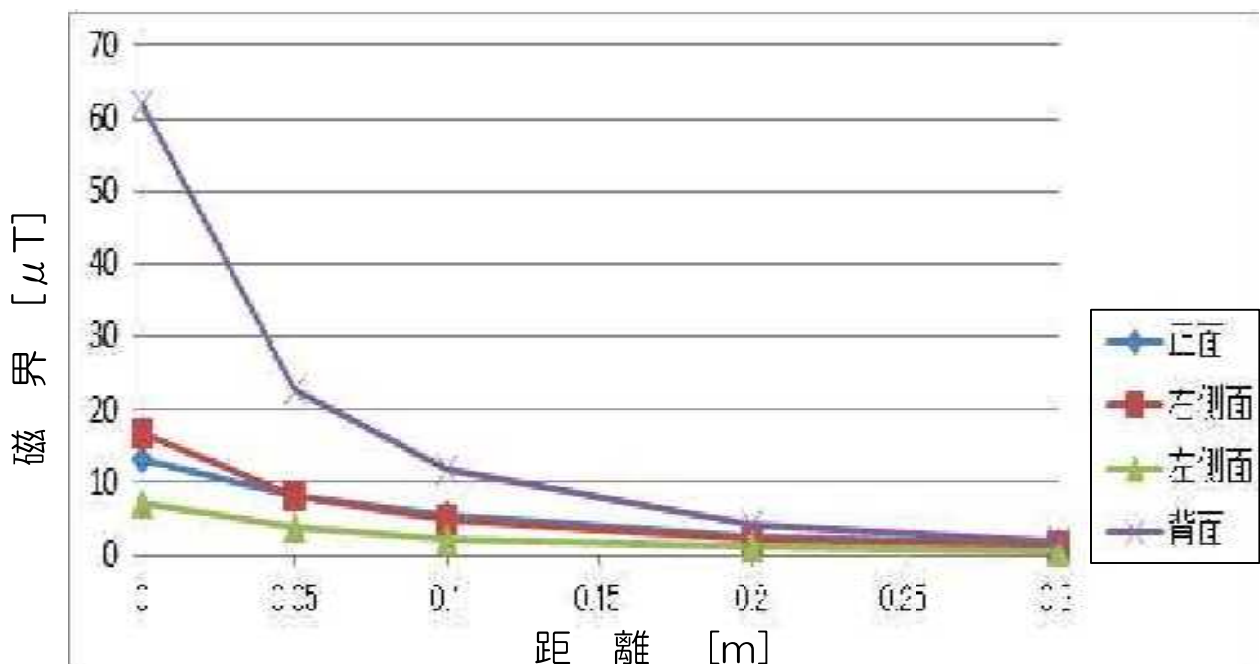
出典: 平成23年電気学会基礎・材料・共通部門大会

「太陽光発電システムから発生する静磁界及び商用周波数磁界」

65

パワーコンディショナからの磁界

交流磁界の測定結果 例：距離による変化



家庭用より大容量の業務用装置にて測定

出典: 平成23年電気学会基礎・材料・共通部門大会

「太陽光発電システムから発生する静磁界及び商用周波数磁界」

66

- スマートメーターの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

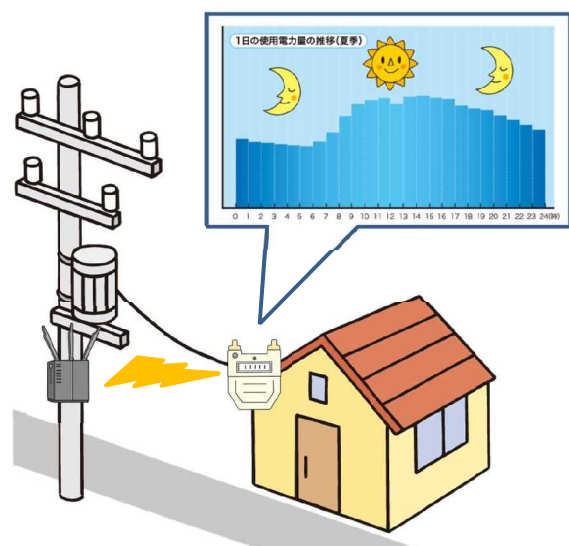
スマートメーターとは

通信機能を持たせた、次世代の電力量計。電気の使用量をリアルタイムに把握でき、様々なサービス等への応用が期待されています。

【平成25年6月閣議決定】2020年代早期に全世帯・全工場にスマートメーターを導入する。

【期待されるメリット例】

- 検針作業の効率化
- 新たなサービス提供
 - 需給状況に応じた電気料金設定
 - 警備や防災への活用
- 消費者自身が利用状況を把握
 - 省エネ・コスト削減
- リモート接続・切断



電波防護指針の考え方

SAR=単位質量組織・単位時間に吸収されるエネルギー量（比吸収率）

全身ばく露

全身が非常に強い電波にさらされると、エネルギーを吸収し熱作用で深部体温が1℃上昇動物の摂餌行動に影響が現れる。（全身平均 SAR 4W/kg）

局所ばく露

眼が非常に強い電波にさらされると白内障が起こる（局所SAR 100W/kg）。41℃を超えない様に、胸部では5℃、頭部では2℃の上昇を規制（局所SAR 20W/kg）。

10倍の安全率

2倍の安全率

基礎指針 人体の内部電磁現象に基づいて評価するための指針

管理指針 測定可能な物理量で表した指針

電磁界強度指針

基地局、放送局等に適用

局所吸収指針

携帯電話端末等に適用

管理環境…職業的な環境等

5倍の安全率

50倍の安全率

一般環境…一般の居住環境等

10倍の安全率

69

局所ばく露（携帯電話等端末）への規制

	局所の比吸収率（SAR）
胸部・頭部で熱的負担	20W/kg
管理環境（労働環境）	10 W/kg
一般環境	2 W/kg

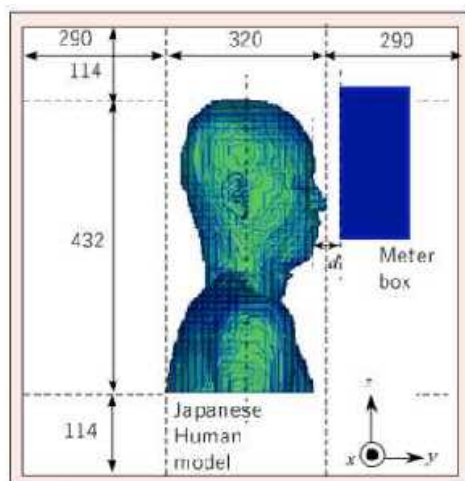


2倍厳しく規制

さらに5倍厳しく規制

十分な安全率（影響が現れる電波強度の10分の1）

スマートメータの通信に用いられる RF 電磁界の人体ばく露における数値モデルの構築と評価
椎名健雄, 山崎 健一 電気学会論文誌 Vol.140 No.4 pp.207-216 (2020)



Unit [mm]

スマートメータに人体の頭部が極めて近接するワーストケースとなるばく露条件における頭部内局所 SAR を数値計算による評価を行った。この結果、頭部のSAR は、人体とスマートメータモデルとの距離 3cm で、日本人成人男性および女性モデルに対して 10.3mW/kg および 9.2 mW/kg と計算された。この値は、人体防護ガイドラインの指針値（電波防護指針値と同等）の 1/200 以下であることが確認された。

70

オーストラリア放射線防護原子力安全庁（ARPANSA）の 「ファクトシート：スマートメータと健康」2015

- スマートメータの送信機の電力が比較的低いこと、その設置場所が屋外であること、送信に費やす時間が非常に短いことから、スマートメータからの全体的なRFばく露は非常に低く、複数のデバイスが同時に通信する場合であっても、ARPANSAのRF基準の限度値よりも大幅に低いです。
- ARPANSAやWHOを含む世界中の保健当局は、スマートメータから生じるかも知れない健康影響に関する科学的証拠を調べてきました。これまでの研究は、**スマートメータからの低レベルのRFばく露からの確立された健康影響はないことを示しています。**

<https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/radiation-sources/more-radiation-sources/smart-meters>

71

WHO ファクトシート No. 304 「基地局および無線技術」 ファクトシート集 43ページ

公衆のリスク認知

一部の人々は、RFばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の傷害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観的懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 露生量の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHO の取り組み

WHO は、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をモニタし、0-300 000 ヘルツの電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の傷害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を特定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに加え、各国政府および研究組織は、過去 10 年にわたり、2 億 5 千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

基地局および無線ネットワークからの RF 電磁界へのばく露による健康影響はないと思われますが、WHO によって研究は依然として推進されています。携帯電話からのさらに高い RF ばく露により、何らかの健康影響があるかを明らかにするために。

WHO の専門機関である国際がん研究機関 (IARC) は、RF 電磁界によるがんリスクのレビューを 2006-2007 年に実施する予定であり、それを受けて国際電磁界プロジェクトは、RF 電磁界に関する総合的な健康リスク評価を 2007-2008 年に実施する予定です。

詳細資料

ICNIRP (1998) www.icnirp.org/documents/emf-gdl.pdf (ICNIRP ガイドライン)

IEEE (2006) IEEE C95.1-2005 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz" (米国電気電子学会規格 IEEE C95.1-2005 「3 kHz から 300 GHz までの無線周波電磁界への人体ばく露に関する安全レベルの IEEE 基準」)

(本文終わり)

(翻訳について)

Fact Sheet の日本語訳は、WHO から正式の承認を得て、電磁界情報センターの久保千代氏が英文にできるだけ忠実に作成いたしました。文意は英文が優先されますので、日本語訳における不明な箇所等につきましては英文でご確認ください。(2011 年 5 月)

公衆のリスク認知

一部の人々は、電波ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

72

事前質問

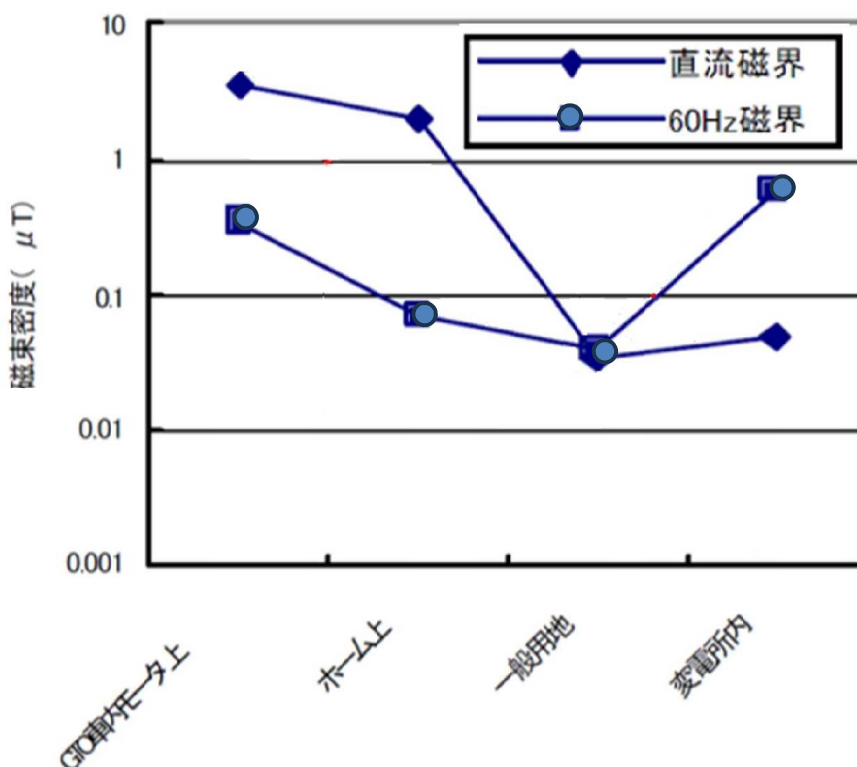
鉄道の電磁波

- 電車は発進時に多く電磁波を発生していますが、その健康影響はないのでしょうか？

73

鉄道からの磁界の強さ

直流1,500Vき電システムの都市鉄道線区での測定事例



＜ ICNIRPガイドラインの
参考レベル 公衆ばく露＞

- ・ 静磁界(直流) [400mT]
- ・ 60Hz磁界 [200μT]

〔出所〕 独立行政法人自動車技術総合機構
交通安全環境研究所
「鉄道の磁界に対するEMCについて」

<http://www.nts-el.go.jp/Portals/0/resources/forum/14files/14-02k.pdf>

測定値は全て参考レベル以下の値

74

事前質問

電磁波の研究調査①

- 日本では疫学調査を実施しているのでしょうか？

75

電波領域の疫学研究

- INTERPHONE研究は、国際的な枠組みで携帯電話使用と頭部・頸部の腫瘍との関連性を追究する疫学研究で、日本も総務省の生体電磁環境研究推進費で慶応義塾大学医学部や東京女子医科大学が研究を実施しました。
- MobiKids研究は、子供の携帯電話と脳腫瘍との関連性を追究する疫学研究で、日本も総務省の生体電磁環境研究推進費で東京女子医科大学や首都大学東京が研究を実施しました。
- 三重大学医学部、東京女子医科大学、首都大学東京が妊婦のIH調理器使用の妊婦の生殖機能への影響に関する疫学研究も総務省の生体電磁環境研究推進費で行いました。

電力施設の磁界と小児白血病に関する疫学

- 国立環境研究所が中心となって、文部科学省科学技術振興調整費で実施しました。

76

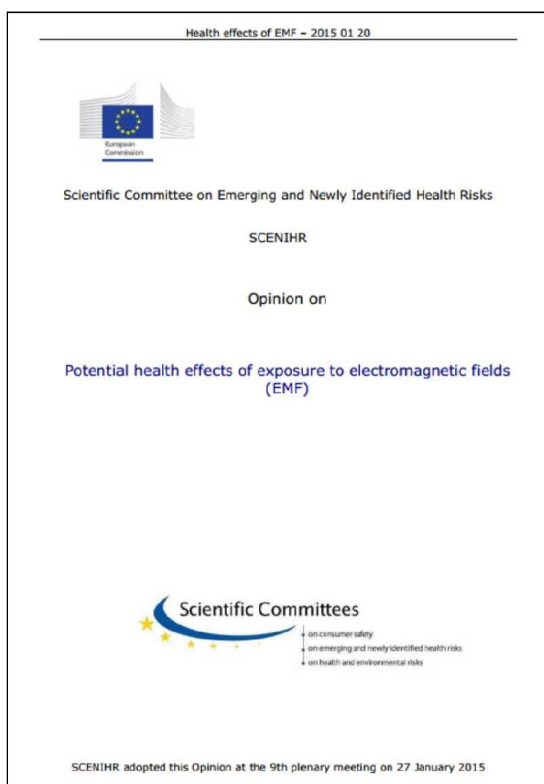
事前質問

電磁波の研究調査②

- 最近の論文誌に、精子数の減少要因との発表があったようですが、どんなご見解でしょうか？

77

2015年の国際組織（欧州委員会）の見解



新興・新規同定された健康リスクについての科学委員会（SCENIHR）

「電磁界へのばく露の潜在的
健康影響についての提言」

78

3.6.4. Other effects of RF exposure

The previous SCENIHR report concluded that there was no evidence for adverse health effects at levels below existing exposure limits on prenatal development and insufficient evidence concerning male fertility due to methodological limitations of published studies. The overall assessment found no indication of an effect of RF fields on reproduction and development

3.6.4.1. Reproductive effects

The possibility that human sperm could be particularly vulnerable to the use of mobile phones, and other sources of RF fields, has received interest and attention. The previous SCENIHR report concluded that studies on male fertility were inadequate due to low statistical power and/or methodological problems.

人間の精子が携帯電話やその他の電波（無線周波電磁界）の使用に特に脆弱である可能性が関心と注目を受けています。以前のSCENIHR（欧州委員会科学技術専門家委員会）の報告書では、男性の生殖力に関する研究は、統計的な力不足や方法論上の問題があるため不十分であると結論づけました。

Discussion on reproductive effects

Studies have continued to investigate the possibility that exposure to low level RF fields from mobile phones and other sources can affect male fertility, but none of the recent studies are particularly informative. Most of the *ex vivo* studies have reported at least

146

Health effects of EMF – 2015 01 20

one positive effect, but all these studies are subject to a variety of methodological limitations, and at least one study reporting changes in sperm morphology may be attributable to artefact. A Norwegian study examining paternal RF field exposures aboard patrol boats was large, but confounding by uncontrolled lifestyle factors cannot be excluded. Similarly, a study examining men attending an infertility clinic is also subject to possible confounding and recall bias regarding phone use. Two meta-analyses of the available data produced no clear evidence of consistent adverse effects on semen quality. Whether mobile phone use by expectant mothers during pregnancy is associated with adverse outcomes remains largely unexplored.

It is not possible to weigh the evidence on male fertility due to a lack of informative studies.

情報が不足している研究が存在するため、男性の生殖力に関する証拠を評価することはできません。

リスク評価のスケジュール

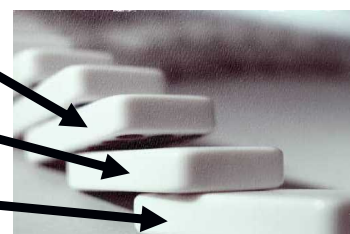
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



81

事前質問

電磁波の環境影響

- 電磁波による動植物など生態系への影響はあるのでしょうか？

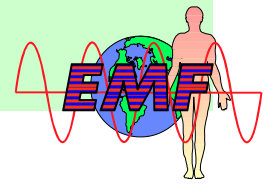
WHOファクトシート集関連ページ

「電磁界の環境影響」63～66ページ

82

WHO情報シート「電磁界の環境影響」

WHOファクトシート集 63-66ページ



- 陸域および水域生態系に対する電磁界のリスクを取り扱った研究の数は限られていますが、それらの研究からは、極めて強力な発生源の近くでのいくつかの影響以外には、大きな環境影響の証拠はほとんどあるいは全く示されていません。現在の知識によれば、人の健康を防護するためのICNIRP ガイドラインに定められたばく露制限値は環境も保護しています。

83

事前質問 電磁波の防護

- 電磁波から身を守るためには何をすればよいでしょうか？
- 電磁波カットのアクセサリーや、携帯電話に貼るシールはどの程度効果があるのでしょうか？

次ページに続きます

84

事前質問 電磁波の防護

- 家から20メートル先に携帯電話の基地局があり、電磁過敏症になった人がいます。安心して睡眠をとるためには、寝室にどのような電磁波防護対策をしたらよいのでしょうか？

WHOファクトシート集関連ページ

「レーダと人の健康」27～31ページ

「超低周波（ELF）21～26ページ」

85

事前質問（再掲） 電磁波の健康影響①（電磁波の防護）

- 子供が強い頭痛を訴えるため、MRI検査も受けましたが原因が分かりませんでした。携帯電話の基地局が100m以内に2カ所あることがわかり、シールドカーテンなど電磁波対策をしたところ、頭痛が治まりました。頭痛の原因は、電磁波の影響と考えられないのでしょうか？

基地局の健康影響については既に説明しました。ここでは防護対策として回答します。

86

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

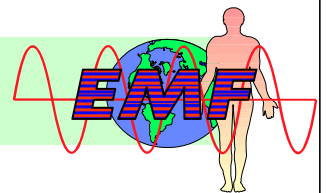
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

87

防護対策



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 21ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

88

事前質問（再掲）

電磁波の防護（電磁過敏症）

- 家から20メートル先に携帯電話の基地局があり、電磁過敏症になった人がいます。安心して睡眠をとるためには、寝室にどのような電磁波防護対策をしたらよいでしょうか？

WHOファクトシート集関連ページ

「電磁過敏症」37～40ページ

基地局の防護対策については既に説明しました。ここでは電磁過敏症について説明します。

89



World Health Organization

Health Topics ▾

Countries ▾

Newsroom ▾

Em

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

健康全般に対する影響

電磁過敏症（EHS, IEI）

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

WHOファクトシート No.296

電磁過敏症 P37-40

電磁過敏症とは何か？ P37中段

- 医学的には説明できない**多様な非特異的症状**。悩まされている人々は、その原因を**電磁界へのばく露**と信じている。
- 症状の種類もその深刻度も人によって異なる。また、原因と考える電磁界発生源の種類も多様である。
- 最も一般的な症状は、皮膚への症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱性および自律神経性の症状（倦怠感、めまい、どうき）など。
- 有症率、報告される症状には地域的ばらつきもある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

91

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

研究の結論 P38

EHSに明確な診断基準はない。また、EHSと電磁界ばく露を結び付けるような**科学的根拠は存在しない**。

- EHSの人々は、EHSでない人々よりも、電磁界ばく露を**より正確に感知できることを示す証拠はない**。
- 二重ブラインド法による研究において、**症状が電磁界ばく露と関連しない**ことが示されている。
- 電磁界とは無関係の**環境因子**（屋内空気質、騒音、照明のちらつき等）、あるいは電磁界の健康影響を恐れる結果としての**ストレス反応**などを原因として示唆する研究もある。

92

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

臨床医に向けた推奨 P38下段

- 影響を受ける人々に対する処置は、**その人の症状および臨床像に焦点をあてるべき**であり、職場や家庭の電磁界の低減または除去の要望など、その人の**認知上の要求に焦点をあてるのはよくない**。
- 医師と患者との間に効果的な関係を確立し、患者が状況克服の方策を立てる手助けを行い、職場復帰および通常の世界生活を目指して患者を励ますことを治療の目標とするのが望ましい。

93

ファクトシート No.296 電磁過敏症

政府に向けた推奨 P39上段

政府は、EHSの人々、医療専門家、雇用主に対して、電磁界の健康影響の可能性に関する情報をバランスよく、適切に提供するのが望ましい。

そのような情報には、EHSと電磁界ばく露との結びつきに関する**科学的根拠は現在、存在しないという明確な声明を含める**ことが望ましい。

94

フランス食品環境労働衛生安全庁の専門家評価報告 (ANSES、2018)

<https://www.anses.fr/en/content/hypersensitivity-electromagnetic-waves-research-efforts-should-be-scaled-and-suitable-care>

- ANSESの専門家評価では、EHSの問題が非常に複雑であることが示された。何よりも、現時点ではEHSについての検証済みの診断基準は無く、専門家評価では、EHSを定義するには個人の自己申告に基づくしかないことがわかった。
- EHS自訴者が表現する痛みと苦しみ（頭痛、睡眠・集中・記憶障害、社会的孤立、等）は現実のものであり、それに対処するように彼らの日常生活を適応させる必要がある。
- 現時点での科学的知識は、EHS自訴者の症状と彼らの電磁界ばく露との間に因果関係は無いことを示している。とはいえ、それらの症状は彼らの生活の質に重大なインパクトを及ぼし得るものであり、医療専門家及び社会福祉士による適切なケアが必要であり、そうすることが是認される。

95

事前質問 家電製品の電磁波

- 炊飯器にスイッチを入れると、ラジオに雑音が入り音が聞き取れなくなることがあります。これは、電磁波の影響でしょうか？

96

一般的に、炊飯器を含む電気用品から発生する電磁波によりラジオに雑音が入ることはあり得ます。

電気用品とラジオの距離を十分に離して使用してください。

事前質問 家電製品の電磁波

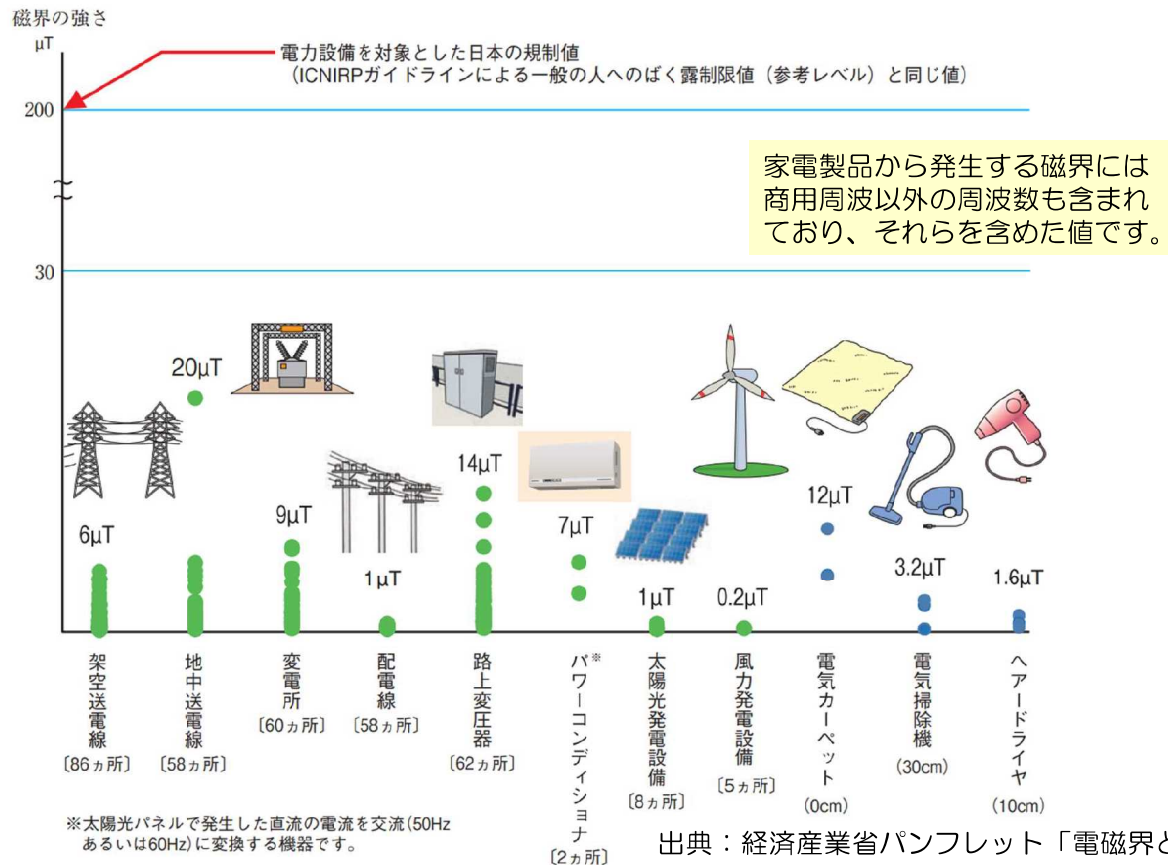
- どの家電製品が一番電磁波が出ているのか、あるいはそれぞれの家電製品がどれだけ電磁波を出しているか知りたいです。

講演3, 4, 5の中で説明しました。

予稿集31、43、57ページ スライド4、9、17

身のまわりにある家電製品や電力設備等から発生する
磁界の測定結果について、受付近くでポスター紹介しています

身のまわりの磁界の強さ



99

事前質問 医療応用

- 低周波528Hzは、人体に対して特に自律神経改善や血流に良いと聞きました。そのような効果があるのでしょうか？
- 整体治療で7kVを印加して、患部にあてるのを見たことがあります。これは人体に対して、何を期待するものでしょうか？

医療応用に関する内容であり、本講演会の趣旨と異なるため、回答は差し控えさせていただきます

100

事前質問 相談窓口

- 電磁波による健康影響に関する相談窓口、自宅付近に電磁波を発する施設が建設される場合の相談窓口はどちらになりますか？

健康影響に関する内容は電磁界情報センター、無線局制度に関する内容は各地方総合通信局にご相談ください

事前質問・回答集

- 内容が同じ場合は、質問を集約しています
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています

事前質問 電磁波への国の対応

- ・ 規制値が国ごとに異なるのはなぜでしょうか？
- ・ 日本は電磁波の規制値が海外に比べて緩いですが、見直さないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。
予稿集58ページ スライド18
予稿集76ページ スライド54

科学的根拠に基づいて、WHOは電磁波の健康リスク評価を行っています。リスク管理として、ICNIRP、IEEEが国際的な電磁波へのばく露防護ガイドラインを作成しています。

これらの国際ガイドラインには強制力はなく、採用するか否かは、各国政府が決定しています。日本は基本的にICNIRPが提唱するばく露制限値を採用していますが、全ての国がこれらを採用している訳ではありません。規制のない国もありますし、これらの制限値よりも厳しい規制値を採用している国もあります。

また、国際ガイドラインの制限値も見直されているため、それ以前に定められた各国の制限値が国際ガイドラインに一致していないこともあります。

3

日本と海外の電磁界に対する規制・ガイドライン

		制定年	電界		磁界	
			(kV/m)	区分	(μ T)	区分
国際レベル	ICNIRP 注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		//	4.2(60Hz)	//	200(60Hz)	//
国レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200 (50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス 注4)	2000年	5	規制	100(50Hz)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア 注4)	2003年	5	規制	100(50Hz)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

注1) 2010年に改訂した新ガイドラインによる。それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz)。

注2) 韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mです。

注3) 米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

注4) スイス、イタリアでは本規制値以外に予防原則に基づいた磁界の規制値を設定。

注5) 英国の基準は自主的实施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

4

国際的なばく露防護ガイドライン値

	国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)	米国電気電子学会 (IEEE)
端末【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均) ※1
基地局 (2GHz) 【電力密度(mW/cm ²)】	1mW/cm ²	1mW/cm ²

※1 米国、カナダ、韓国の指針値の根拠。当初は1.6W/kgであったものを2006年4月に現在の値に改定。

日本と海外の規制値

	日本	米国	英国	仏国	中国	韓国
端末 【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)
基地局 (2GHz) 電界強度 (V/m), 電力密度 (mW/cm ²)	61V/m 1mW/cm ²	61V/m※2 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	12V/m 0.04mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²

※2 電界強度の規定がないため、電力密度値から換算。

5

事前質問 電磁波の健康影響①

- どれくらいの電磁波を浴びると、どのような健康影響があるかを教えてください。
- 国は電磁波の健康影響に対してどのような対応を行っているのでしょうか？
- 総務省と経済産業省で電磁波に関する取り組み方に違いがあるのでしょうか？

次ページに続きます

6

事前質問

電磁波の健康影響①

- 住宅の屋上に携帯電話の基地局が設置されていますが、居住者に健康影響はないのでしょうか？また、近隣の住宅地においても健康影響はないのでしょうか？
- 無線基地局のすぐ近くで作業を行う人が注意すべきことはありますか？

講演1、3、5の中で説明しました。
予稿集5～16ページ スライド1～22
予稿集29～36ページ スライド1～15
予稿集53～84 スライド9～70

7

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

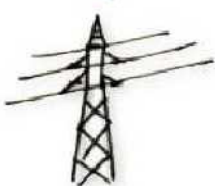
100 kHz
(10万Hz)

熱作用

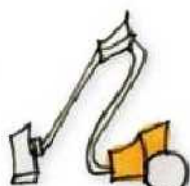
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ



スマホ



携帯基地局

8

国際的なばく露ガイドライン

ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）2010年

日本では、ICNIRPのガイドライン値よりも低い**3kV/m**（電力設備から発生する**電界**の感知限界）を規制値として導入。〔電気設備技術基準省令第27条〕

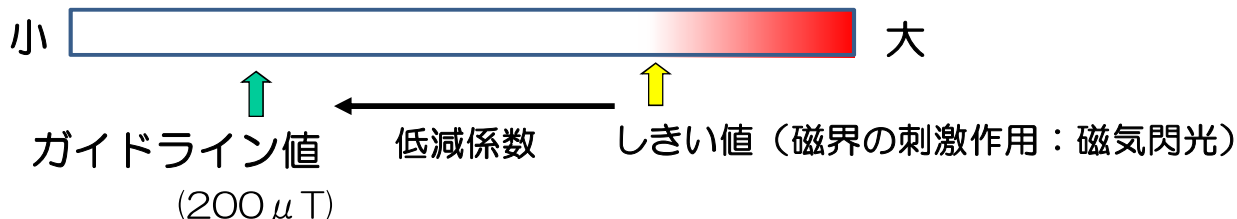
（1976年）

公衆のばく露

周波数	電界 (kV/m)	磁界 (μ T:マイクロテスラ)
50 Hz	5.0	200
60 Hz	4.2	200

日本では、ICNIRPのガイドライン値（50Hz, 60Hz いずれも**200 μ T**）を電力設備から発生する**磁界**規制値として導入。

〔電気設備技術基準省令第27条の2〕（2011年）

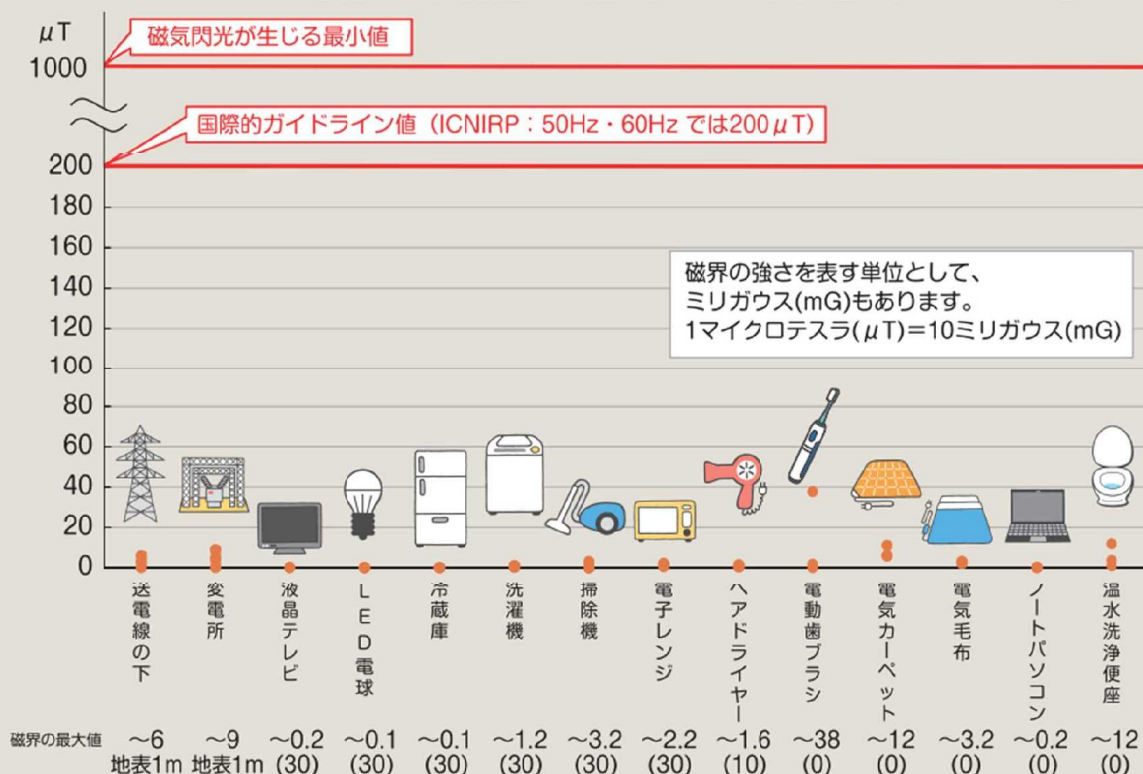


9

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値

電力設備や家電製品から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



10

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

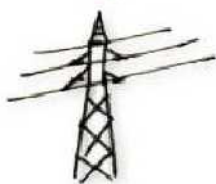
100 kHz
(10万Hz)

熱作用

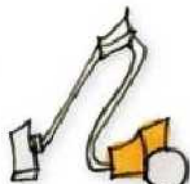
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ



スマホ



携帯基地局

11

電波の生体作用からの防護（電波防護指針）

1 刺激作用

電波によって体内に生じた誘導電流により刺激を感じる
(100kHz程度以下)

2 熱作用

人体に吸収された電波のエネルギーが熱となり、全身又は局所の体温を上昇させる
(100kHz程度以上)

十分な安全率

電波防護指針値

電波法に基づく規制

12

電波防護指針の考え方

SAR=単位質量組織・単位時間に吸収されるエネルギー量（比吸収率）

全身ばく露

全身が非常に強い電波にさらされると、エネルギーを吸収し熱作用で深部体温が1℃上昇、動物の摂餌行動に影響が現れる。（全身平均 SAR 4W/kg）

局所ばく露

眼が非常に強い電波にさらされると白内障が起こる（局所SAR 100W/kg）。41℃を超えない様に、胸部では5℃、頭部では2℃の上昇を規制（局所SAR 20W/kg）。

10倍の安全率

2倍の安全率

基礎指針 人体の内部電磁現象に基づいて評価するための指針

管理指針 測定可能な物理量で表した指針

電磁界強度指針

基地局、放送局等に適用

局所吸収指針

携帯電話端末等に適用

管理環境…職業的な環境等

5倍の安全率

50倍の安全率

一般環境…一般の居住環境等

10倍の安全率

13

携帯電話基地局への規制 （全身平均SARと外部電力密度）

全身ばく露のエネルギー吸収により深部体温が1℃上昇し、動物の摂餌行動に影響が現れる電波の強さ

全身平均SAR 4W/kg

外部電力密度 50mW/cm²（1.5GHz～300GHz）

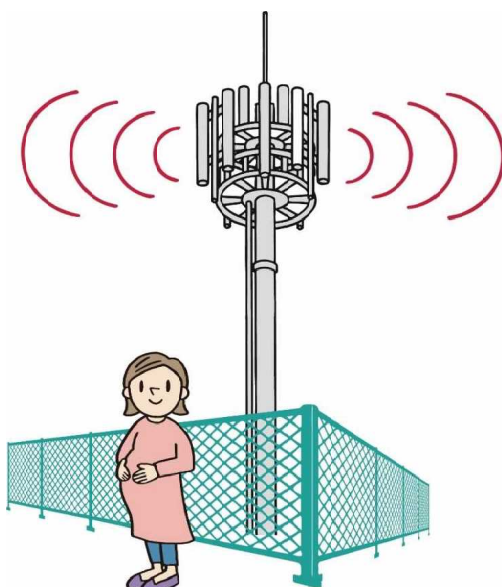
十分な安全率（一般環境）

（影響が現れる電波強度の50分の1）

規制値

全身平均SAR 0.08W/kg

全身ばく露の影響レベル
外部電力密度 1 mW/cm²



安全施設（フェンス等）
【電波法施行規則第21条の4】

14

局所ばく露（携帯電話端末）への規制

吸収されるエネルギー量

	局所の比吸収率 (SAR)
胸部・頭部で41℃を超えない規制	20 W/kg
管理環境（労働環境）	10 W/kg
一般環境 (携帯電話端末への規制)	2 W/kg

2倍厳しく規制

さらに5倍厳しく規制

十分な安全率（影響が現れる電波強度の10分の1）

実際の端末（最大）：0.183W/kg ～ 1.60W/kg
（平均 0.693 W/kg）

市販されている全ての携帯端末は、これらの規制に適合されています。

15

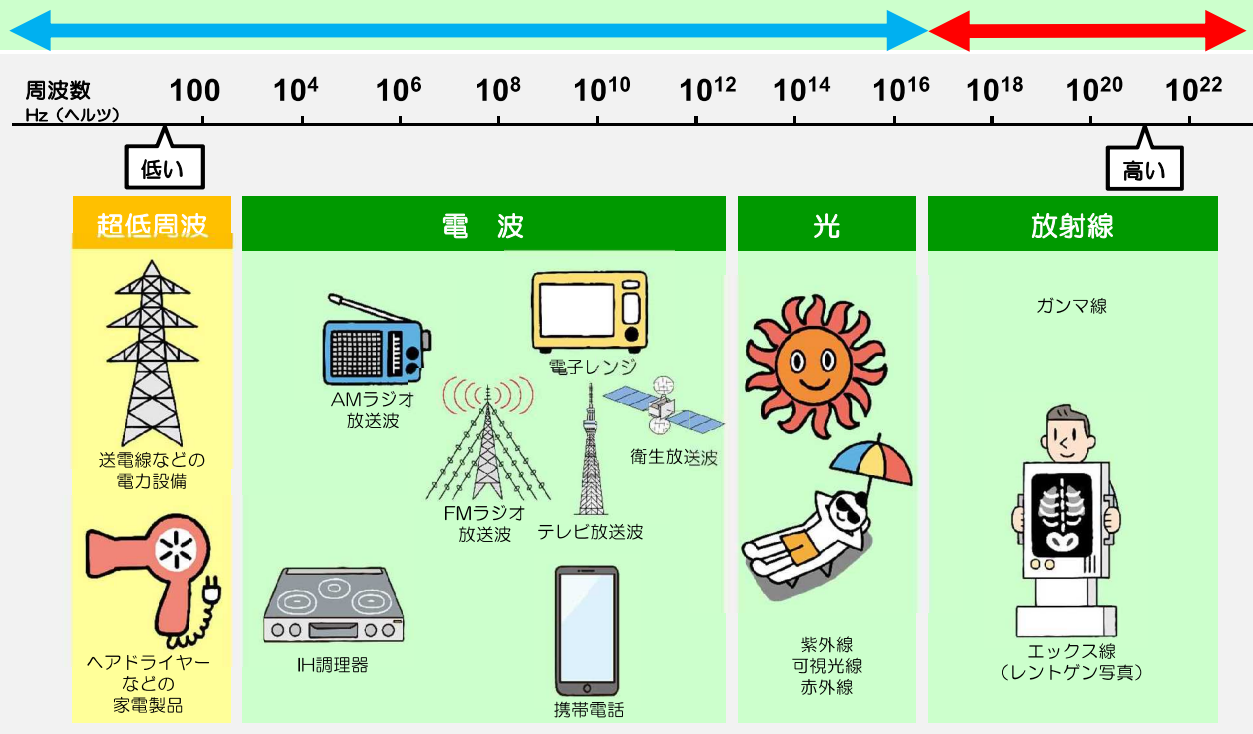
事前質問 電磁波の健康影響②

- 電磁波は、5Gなど周波数が高くなると人体への影響が表層組織になる一方で、X線など周波数が極めて高い電離放射線は、体内に入り電離作用を及ぼすと聞きます。周波数のどこかで電磁波の性質が変わるのでしょうか？

16

電磁波の種類

非電離放射線 - VS - 電離放射線



17

事前質問 電磁波の健康影響③

- 乳幼児に対する電磁波の健康影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集58～60ページ スライド19～20、22

予稿集62～63ページ スライド27～28

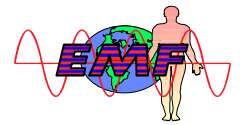
予稿集66～67ページ スライド34～36

予稿集78～79ページ スライド59～61

予稿集83ページ スライド68

18

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを基礎とします（ELF電界以外の例にはコーヒーや冷機蒸気があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のブール分析で、0.3~0.4 マイクロテスラを上回る居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、獲得バイアスの可能性など手法上の問題によって弱まっています。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するよう疫学的メカニズムとして正当化されたものはありません。要するに、もしこのように低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとするならば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、**これらの結果を考慮すれば、小児白血病に関連する証拠は因果関係を結ぶには弱いものでありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が0.3 マイクロテスラを上回ることとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2~4.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電界ばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。**白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**

（中下段 黄色マーク）

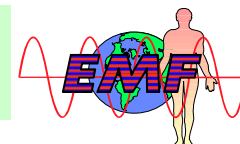
その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

疫学で示す0.4 μ Tを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

19

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「**白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患**」などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

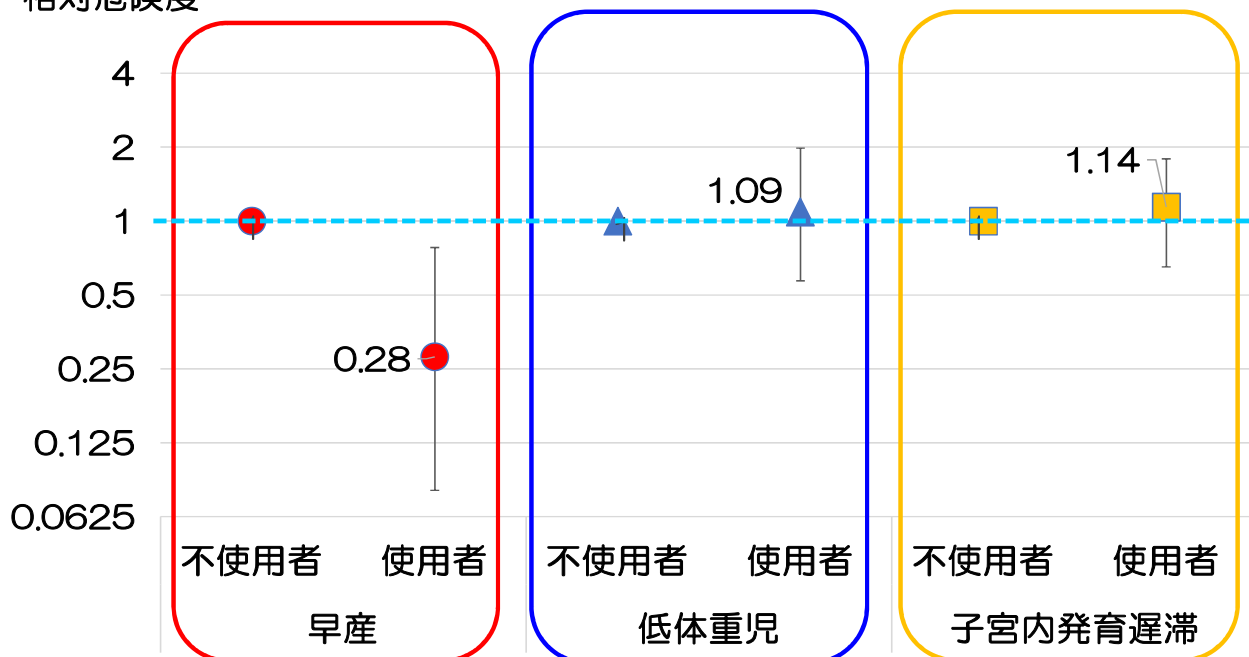
20

妊娠中のIH調理器使用と胎児の疫学

1565組の親子が調査対象

Tokinobu他(愛媛大) Bioelectromagnetics 2021

相対危険度



21

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織に与える熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数に於いては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、取またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ホフマンの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界は、健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は収集されていません。さらには、電磁界は、取と自己申告の身体症状または「電磁過敏症」との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界は、取による潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探求してきました。しかしながら、多くの研究は、腫瘍に及ぼすような相互作用が起る前に発生するまで検出できないため、また、携帯電話は1990年代初期まで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い観察期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的な暴露でのがんリスク上昇がないことを示しています。

最新の疫学研究は、取の健康影響を多角的に評価する多国的疫学研究が完了したばかりです。これには、成人の健康影響を多角的に評価する疫学研究と前向きコホート研究が含まれています。今までで最大規模の成人を対象とした後ろ向き疫学研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整し、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した13カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10年以上の携帯電話使用に伴う神経線維腫瘍や脳腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の「貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位10%に入った人々において、神経線維腫瘍のリスク上昇を暗示するものがありました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の堅固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

取としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるか不明な」(グループ2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する十分な確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と13年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

22

リスク評価のスケジュール

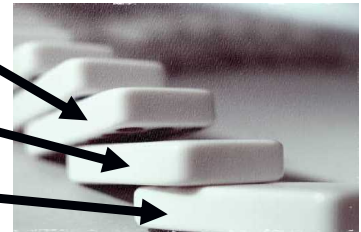
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



23

事前質問 電磁波の健康影響④

- 携帯電話やパソコンの電磁波は、脳や身体
の健康状態にどのような影響を及ぼすので
しょうか？また、何か対策をとった方がよ
いのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド78

WHOファクトシート集 24ページ「超低周波(ELF)」

WHOファクトシート集 31ページ「レダと人の健康」

24

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

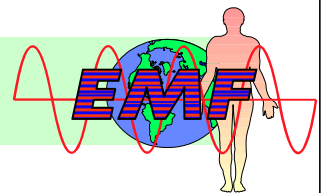
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

25

防護対策



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

26

リスク評価のスケジュール

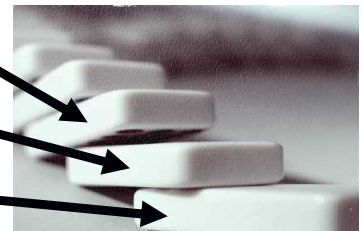
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



27

事前質問

電磁波の健康影響⑤

- 身体的特徴（肥満、痩せ型、皮膚の厚さ・薄さ、筋肉量など）で電磁波の健康影響の度合いが変わるのでしょうか？

実験的には低周波領域での刺激作用や高周波領域の熱作用による影響は、体格や組織構成などによって少し異なります。しかし、一般環境でばく露される電磁波のレベルは低いので、身体的特徴が健康影響に及ぼす度合いは無視できます。

28

事前質問

電磁波の発生源

- 電磁波は、どこから発生しているのでしょうか？
- 軍事基地や施設が増強されると、電磁波の強さに影響があるのでしょうか？
- 都市部や農村部、地形などの住環境によって電磁波の強さに差があるのでしょうか？

29

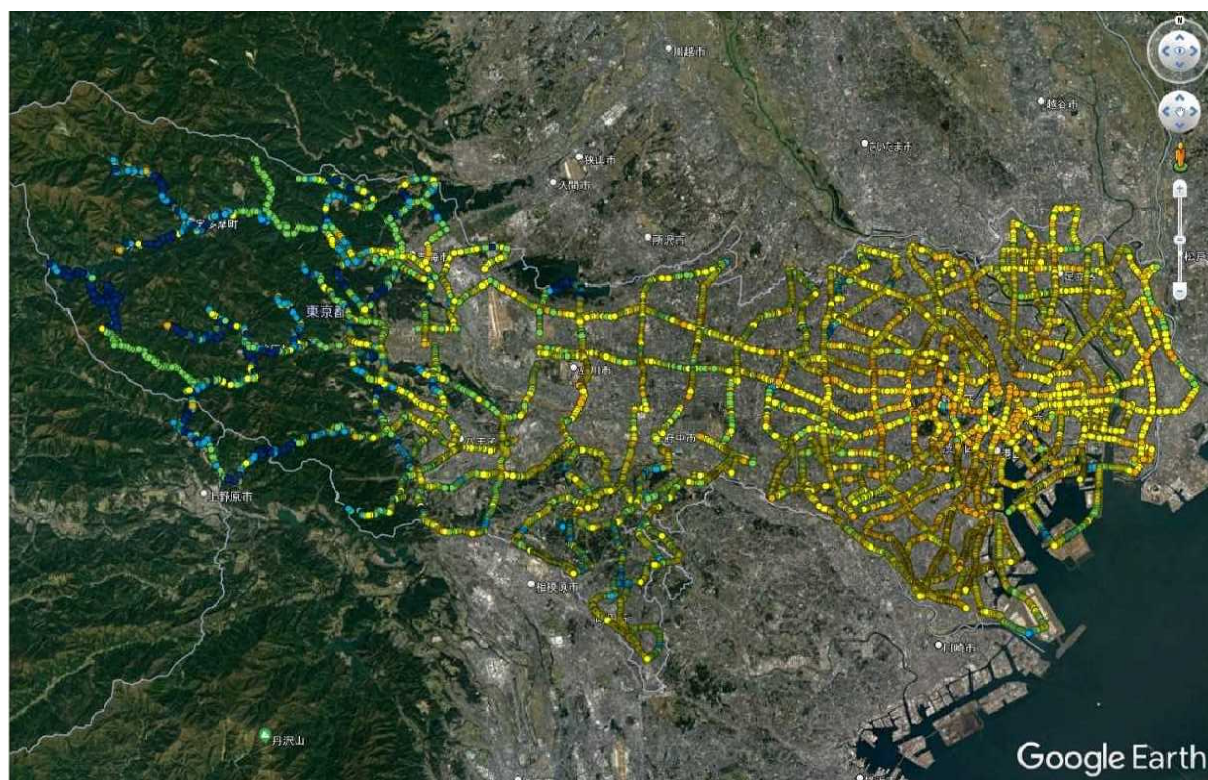
発生源：

自然界には、地磁気、オーロラ、雷、静電気などの電磁界が存在していますが、人工的な発生源が大多数を占めています。電力設備、家電製品、自動車、太陽光発電設備、携帯電話やその基地局、TV・ラジオ放送局、無線LAN、スマートメーター、電子タグ（RFID 機器）、電子商品監視装置（EAS 機器）、非接触ICカードの読み取り装置、鉄道、医療機器と枚挙にいとまがありません。

軍事基地・施設：

一般論として、電波の出力が大きいものにはレーダーなどが考えられますが、広大な敷地の中で運用されているため、基地・施設の外側のように一般の方が立ち入ることができる場所では、安全性が確保されているものと考えます。

30



● $E < 90$ ● $90 \leq E < 100$ ● $100 \leq E < 110$ ● $110 \leq E < 120$ ● $120 \leq E$ [dBμV/m]

レベルが低い ⇔ レベルが高い

31

事前質問 WHOのリスク評価動向

- WHOから電磁波の健康影響に関する報告書が今後発表されると聞きましたが、状況を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集83ページ スライド68

32

リスク評価のスケジュール

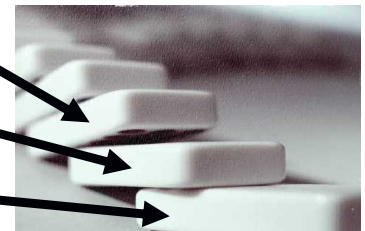
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2023年評価中



33

事前質問 携帯電話の電磁波①

- 携帯電話の5G電波は健康影響があるのでしょうか？
- 携帯電話システムが高度化して電波利用の周波数範囲が拡大していますが、健康影響はないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集73、75ページ スライド48、53

34

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

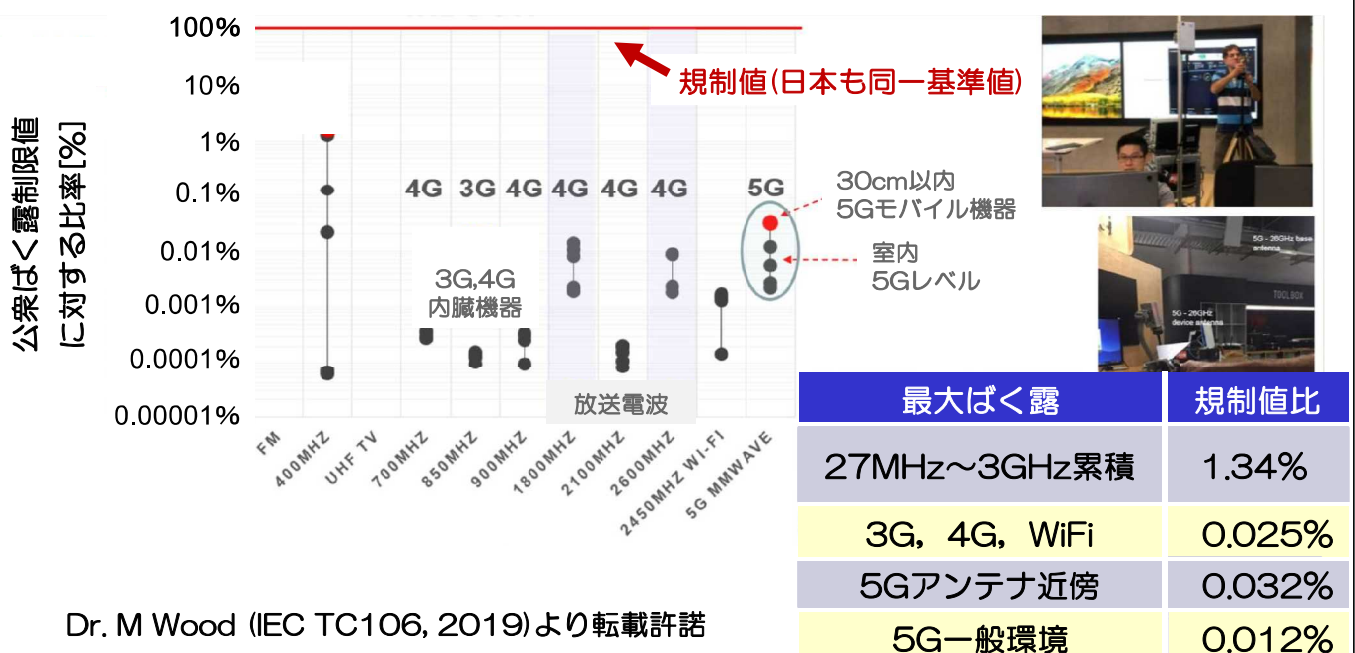
<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

35

3G・4G・5G※の電波ばく露レベルの比較

- ✓ オーストラリアの研究によると27MHzから3GHzまでの累積で国際的なガイドライン（日本も同一基準）の1.34%と十分に低い値である
- ✓ 5G電波の強さについては、同ガイドラインの0.012%程度

※●G：第●世代モバイルネットワーク



Dr. M Wood (IEC TC106, 2019)より転載許諾

36

事前質問

携帯電話の電磁波②

- 携帯電話を頭の近くに置いて寝ると、健康によくないと聞いたことがあります、本当でしょうか？
- 携帯電話の首掛けストラップを使用すると携帯端末と身体が接した状態になりますが、健康影響はないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集78～79ページ スライド59～61

WHOファクトシート集 1～3ページ「携帯電話」

37

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいがい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらしどうかを評価するためには、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織に与える熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数に於いては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、取またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ホフティアの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に、RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界は、健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は収集されていません。さらには、電磁界は、取と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界は、癌による潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に及ぼすような相互作用が、利用されている周波数よりも低いレベルで発生するため、また、携帯電話は1990年代初めまで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的に短期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的な低レベルのがんリスク上昇がないことを示しています。

最新の大型規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までの最大規模の成人を対象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整し、携帯電話使用と成人の脳腫瘍のリスクとの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した13カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10年以上の携帯電話使用に伴う神経線維腫瘍や聴神経腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の「貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上段10%に入った人々において、神経線維腫瘍のリスク上昇が可視化されました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

車としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるか不明な」(グループ2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する十分な確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と13年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらしどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

事前質問

植込み型医療機器への影響

- 携帯電話の電磁波は、植込み型心臓ペースメーカーに影響するのでしょうか？

講演 1 の中で説明しました。

予稿集14～15ページ スライド18～21

39

植込み型医療機器の装着部と携帯電話を15cm程度以上離していただくよう推奨しています。

携帯電話の通信方式の発展に伴い、より小さい出力で通信できるようになりました。

また、5Gで使用されている高い周波数では、電波が人体内部に入りにくいいため、植込み型医療機器に影響を与える可能性はより小さくなると考えられます。

さらに、植込み型医療機器にも、電波の影響を受けにくくする対策がとられています。

なお、国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G/W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。

40

身のまわりの電磁界について

令和 5 年 3 月
環境省 環境保健部 環境安全課

Q6：電磁界は医療機器に影響を及ぼすのですか？

35－43ページ

<https://www.env.go.jp/content/000122706.pdf>

41

事前質問 家電製品の電磁波

- 大画面の液晶テレビの電磁波は健康影響があるのでしょうか？
- 家電製品で電気を使って冷やす場合と温める場合で、電磁波の影響が大きいのはどちらでしょうか？

次ページに続きます

42

事前質問

家電製品の電磁波

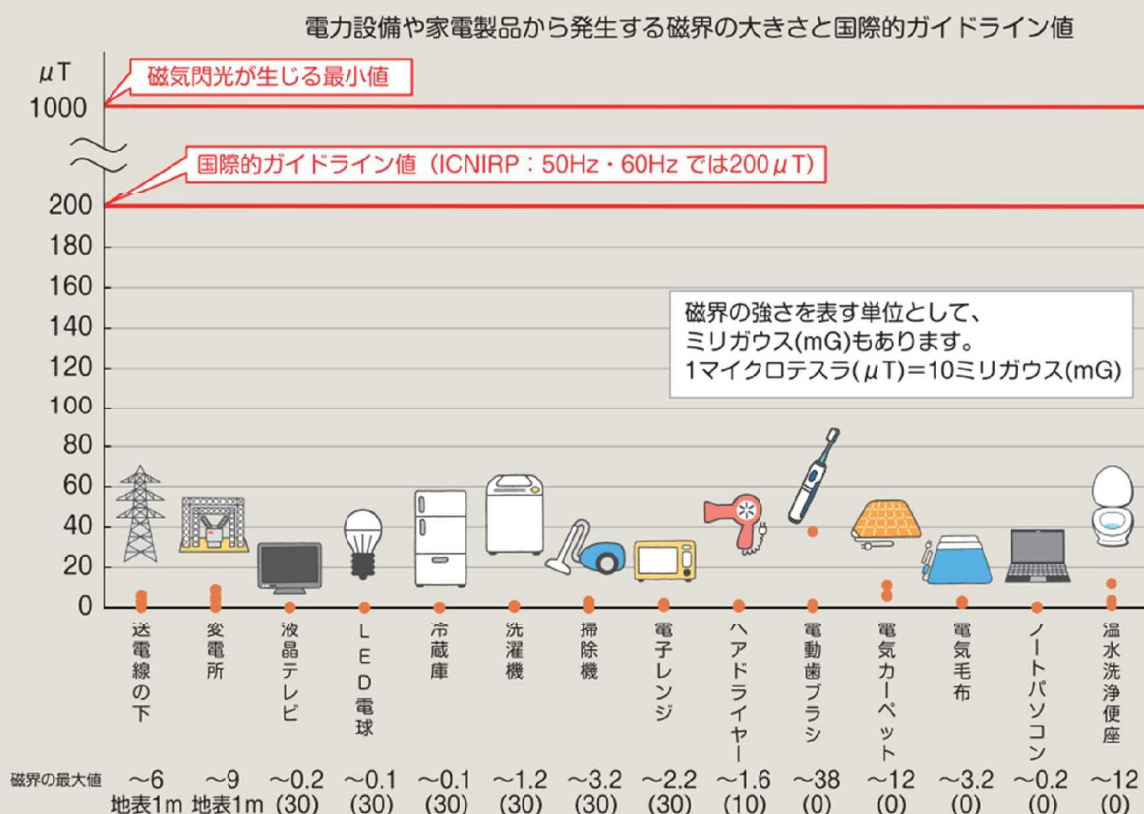
- ヘアドライヤーの中では、マイナスイオン機能付きの方が電磁波が強いということはあるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。
 予稿集57ページ スライド17

43

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



44

事前質問 電子レンジの電磁波

- 電子レンジを使った料理は、栄養価がどれくらい落ちるのでしょうか？また、健康に及ぼす影響を教えてください。

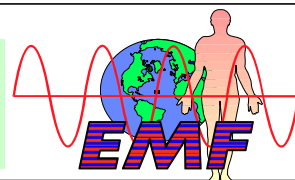
講演5の中で説明しました。

予稿集68ページ スライド38～39

WHOファクトシート集 60～62ページ「電子レンジ」

45

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



61ページ

食品の安全性と誤解

熱的安全性: 電子レンジで加熱された食品の熱に耐えることで、従来のオーブンやホットプレートで加熱されたものと同じように熱傷を起こすことがあります。一方、電子レンジでの食品加熱には特有な点があります。従来のコンロで水を沸かす場合、沸騰し始めるときに気泡ができることで蒸気を逃がすことができます。電子レンジの場合、容器の内壁に気泡ができず、水が沸騰し始めてから急に沸騰することがあります。このように突然の沸騰は、お湯の中の1箇所の点、または外からスプーンなどを入れていることが引き金となり起きることがあります。これまでに過熱水による重度の熱傷が起きています。

もう一つのマイクロ波調理に特有な点は、特定の食品の熱に対する反応に関わるものです。表面が多孔状でないもの（ホットドッグなど）または加熱速度が異なる物質でできているもの（例えば卵の黄身と白身）は加熱が均等でなく、爆発することがあります。このような爆発は、卵や菓子を袋詰めのまま調理した場合に起こります。

食物の安全性: 食物の安全性は健康に関わる重要な問題です。電子レンジ内での加熱速度は、電子レンジの定格電力および加熱される食品の水分含有量、密度、分岐によって異なります。厚みがある食品にはマイクロ波エネルギーが十分に浸透せず、一部に調理されないことがあります。もし食品が部分的に十分加熱されないために潜在的に危険性がある微生物を繁殖させることができない場合、これは健康リスクになります。一概に調理されない可能性があるといっても、電子レンジで加熱した食品は、調理終了後に数分間そのまま置いておけば、食品全体に熱が行きわたらせることができます。

電子レンジで調理された食品は、従来のオーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養価も同じです。この2つの調理方法の大きな違いは、マイクロ波エネルギーの方が食品に深く浸透し、食品全体に熱が伝わる時間が短縮されるため、全体の調理時間が短縮されることです。

哺乳瓶などを殺菌できるように設計されているのは決まった種類の電子レンジのみです。このような利用の方法については、メーカーの取扱説明書に従ってください。

誤った理解: 誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。また、電子レンジのスイッチを切った後、レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残留することはありません。この点に関しては、ちょうど電球を消した時に光が残らないように、マイクロ波の振る舞いは光と似ています。

電子レンジの動作のしくみ

家庭用電子レンジは一般に500～1100ワットの電力で2450メガヘルツで動作します。マイクロ波はマグネトロンと呼ばれる電子管によって生成されます。電子レンジのスイッチが入ると、マイクロ波はレンジ庫内に伝わり、反射用のファンで反射されて全方向に伝播します。マイクロ波は金属製の内壁で反射されたり、食品に吸収されたりします。一般にはレンジ庫内のターニングテーブルの上に食品を置くことで食品が均等に加熱されるようになっています。マイクロ波エネルギーを吸収した水分は加熱し、その分だけ水分の振動で加熱が生じ、その熱で食品が調理されます。

従来のオーブンと違い、マイクロ波は食品にだけ吸収され、その周囲のレンジ庫内には吸収されません。マイクロ波調理専用で設計された皿や容器のみを使用しましょう。電子レンジに適合しないプラスティックなど一定の材料は、燃焼すると溶けたり、熱え上ったりしま

電子レンジで調理された食品は、従来型オーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。

誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。（略）レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。

46

事前質問

電車等の電磁波

- リニアモーターカーの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

47

超電導リニアからの磁界の強さ

＜静磁界＞ ※山梨実験線における実測値

- ・車内 最大 約 1.3mT程度
- ・ホーム 最大 約 0.8mT程度
- ・沿線 最大 約 0.2mT程度

(ICNIRPのばく露限度値 400mT)

＜対向列車すれ違いによる変動磁界＞

- ・相対速度によっても周波数が異なりますが、座席等の車内の測定最大値は、ICNIRPガイドラインばく露限度値より小さい値となります。



〔出所〕 国土交通省

<https://www.mlit.go.jp/common/000112485.pdf>

48

事前質問

電気自動車、ハイブリッド車の電磁波

- 電気自動車やハイブリッド車の電磁波は、ガソリン車に比べて強いのでしょうか？また、人体への影響はあるのでしょうか？

49

自動車から発生する磁界の大きさ

各車種の最大磁界

[μT]

電気自動車	ハイブリッド車	ガソリン車
1. 33	1. 33	4. 20

〔平成25年電気学会全国大会『定速走行時の自動車内における磁界の測定』〕

- 3車種の間では著しい差は見られず、またICNIRPガイドラインの磁界参考レベルより低い値でした。
- また、電気自動車、ハイブリッド車は複数のピーク周波数を持ちますが、これらの値の磁界参考レベルに対する割合を加算した値も限度値より十分に低い値でした。

50

事前質問

MR I 検査の電磁波

- MRI検査における電磁波の健康影響について教えてください。

WHOファクトシート集 41～43ページ

「静的な電界及び磁界」

51

MR I から発生する電磁波の健康影響

MRI(磁気共鳴画像法)

- ・検査時に患者及びオペレータが浴びる静磁界の強さ

0.2～3T(テスラ)

〔出所〕世界保健機関(WHO) ファクトシートNo.299「静電界及び静磁界」

- ・国際的なガイドライン(ICNIRP)の制限値

〔職業的ばく露〕

頭部及び躯体部 2T

四肢 8T

〔公衆のばく露〕

身体の任意の部分 400mT



→ガイドラインの制限値を越えるケースがありますが、医療行為という受益があります。

52

事前質問

電磁波の防護

- 家庭でできる電磁波対策を教えてください。
- 家の中の電化製品は、必要最低限にしていますが、外出時の電磁波対策があれば教えてください。
- スマートフォンを日常的に使用していますが、電磁波の健康影響を減らすにはどうしたらよいのでしょうか？
- ワイヤレスイヤホンを使用すれば携帯電話の電磁波の影響を低減できるのでしょうか？

53

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

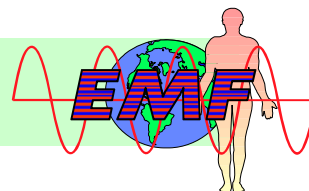
https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間におよそ25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

54



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

55

電磁波ばく露の低減対策例

WHOファクトシート集 55ページ中段

時計付ラジオなどベッド脇に置く電気機器の位置を変える。

子供のベッドを寝室内の磁界の低い所へ移動する。

就寝前に電気毛布のスイッチを切る。

携帯電話で長話をする人は、イヤホン・マイクロホン付きヘッドセット（ハンズフリー用具）を使用し、携帯電話機を身体から離しておくこともできるでしょう。

これらの行動を、国の組織が公衆衛生的理由で推奨することはありませんが、自分のリスク認知に依って個人的に行うことは適切と考えられます。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

56

事前質問 電磁過敏症

- 電磁波を感じる事ができるという人がいますが、電磁波は音や振動などで人が感知できるのでしょうか？敏感な方は感じることもあるなど個人差があるのでしょうか？
- 私は電磁波過敏症であるため、電磁波の影響を低減できる対策を教えてください。また、影響を受けにくい身体を作ることはできるのでしょうか？

次ページに続きます

57

事前質問 電磁過敏症

- 家にいると電子音のような音が1日中、聞こえます。外では聞こえる場所と聞こえない場所があります。電磁波の影響でしょうか？

一般環境で電磁波を音や振動として感知することはありません。
ここでは電磁過敏症について説明します。

58

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

健康全般に対する影響

電磁過敏症（EHS, IEI）

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

59

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

臨床医に向けた推奨 P38下段

- 影響を受ける人々に対する処置は、その人の症状および臨床像に焦点をあてるべきであり、職場や家庭の電磁界の低減または除去の要望など、その人の認知上の要求に焦点をあてるのはよくない。
- 医師と患者との間に効果的な関係を確立し、患者が状況克服の方策を立てる手助けを行い、職場復帰および通常の世界生活を目指して患者を励ますことを治療の目標とするのが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

60

フランス食品環境労働衛生安全庁の専門家評価報告 (ANSES、2018)

<https://www.anses.fr/en/content/hypersensitivity-electromagnetic-waves-research-efforts-should-be-scaled-and-suitable-care>

- ANSESの専門家評価では、EHSの問題が非常に複雑であることが示された。何よりも、現時点ではEHSについての検証済みの診断基準は無く、専門家評価では、EHSを定義するには個人の自己申告に基づくしかないことがわかった。
- EHS自訴者が表現する痛みと苦しみ（頭痛、睡眠・集中・記憶障害、社会的孤立、等）は現実のものであり、それに対処するように彼らの日常生活を適応させる必要がある。
- 現時点での科学的知識は、EHS自訴者の症状と彼らの電磁界ばく露との間に因果関係は無いことを示している。とはいえ、それらの症状は彼らの生活の質に重大なインパクトを及ぼし得るものであり、医療専門家及び社会福祉士による適切なケアが必要であり、そうすることが是認される。

61

事前質問 電磁波攻撃

- 電磁波による攻撃を受けて体に不調が出ることは、科学的にあり得るのでしょうか？
- 電磁波で他人に健康影響を与えることができるのでしょうか？その場合、人体にどのような影響がありますか？

62

電磁波が人体へ与える影響は、刺激作用と熱作用が科学的に立証されています。

日常の生活環境においては、電波防護指針により、人体への悪い影響が出ない範囲での電波利用となるよう指針値を決めております。

日常の生活環境で電磁波による攻撃を受けることはありません。

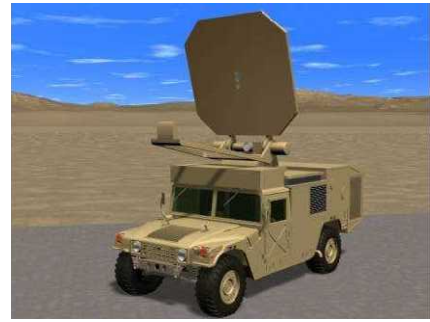
仮に高強度の電磁波による攻撃があれば、その周辺で大規模な無線通信障害が発生し、直ちに発覚するはずですが、そういった社会的な大混乱は起きていません。

マイクロ波ヒアリング効果

強力な30マイクロ秒またはそれ以下の短パルスおよび長いパルス間隔の200 MHzから6.5 GHzまでの範囲の電磁界（例えばレーダ信号）ばく露でブーンブーン、カチリ、パチパチという音を知覚することがあります。これは、パルスエネルギーが脳に吸収されることで熱弾性波が発生し、その熱弾性波が可聴周波の範囲で内耳を機械的に刺激されることが原因と考えられています。

なお、このような強いパルス性電波に一般環境でばく露されることはありません。

（参考資料）



Active Denial System（ADS）能動拒否システム

アメリカ軍が開発中の暴動鎮圧を目的とした、非常に強いマイクロ波（ミリ波）で皮膚の水分を加熱し、痛みを引き起こして鎮圧する非致死性の指向性エネルギー兵器の一つ。人々を短期間、不快な熱感覚や灼熱感を与えるが、眼球への長期的影響については検証中。

事前質問

- 内容が同じ場合、質問を集約しています。
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています。
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています。

1

事前質問 電磁波について

- 電界、磁界、電磁波、電波の違いについて教えて下さい。
- 電磁波は、屋外から屋内に入ってくるのでしょうか？

講演3, 5の中で説明しました。

予稿集29～30ページ スライド1～2
50ページ スライド2

2

電界・磁界・電磁界とは

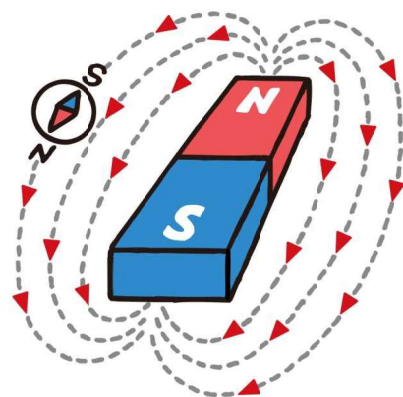
電磁界

=



電界

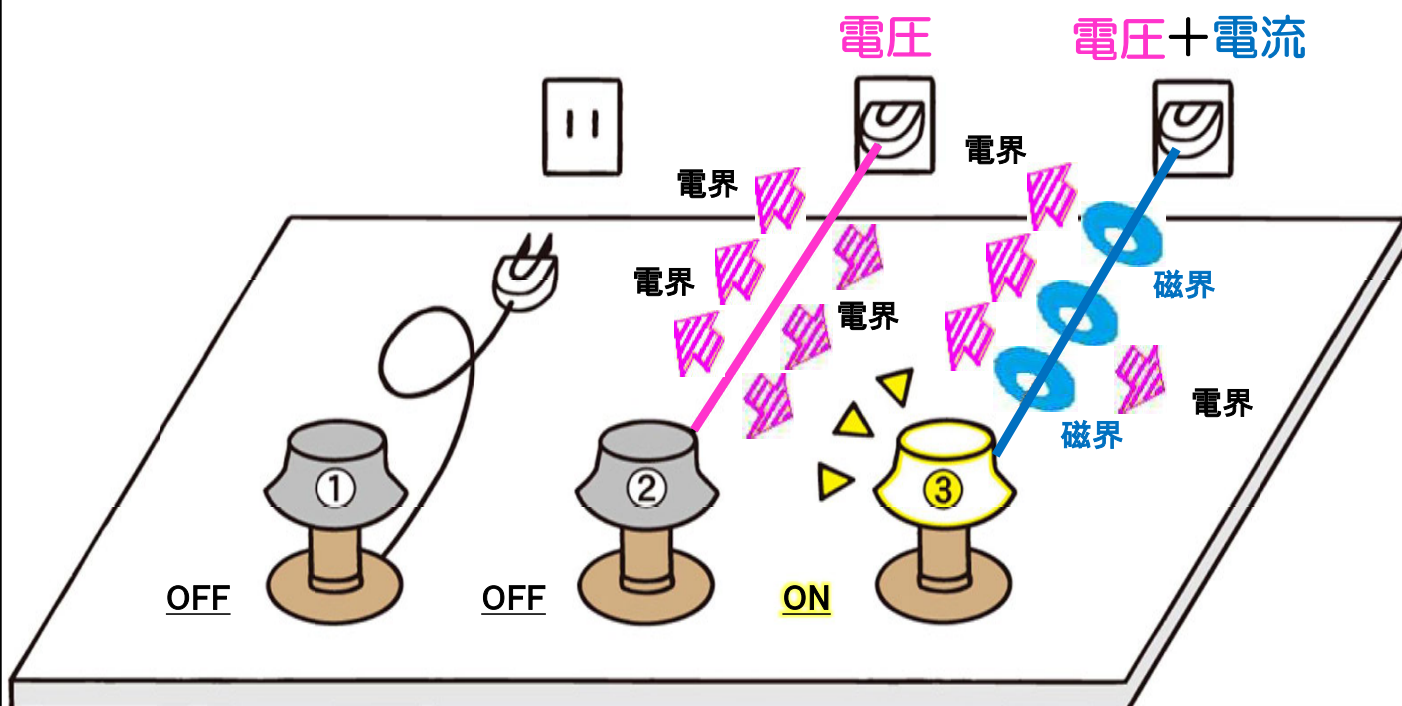
+



磁界

3

電気から発生する電磁界

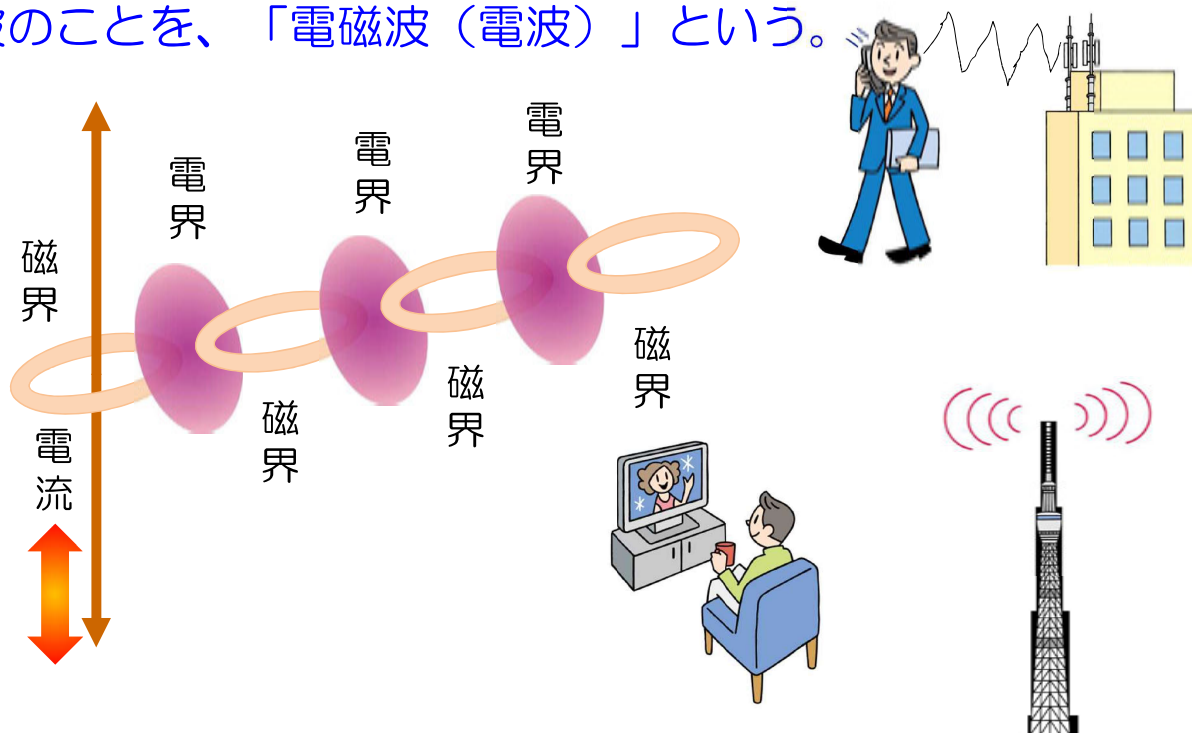


4

電磁界と電磁波

「電磁界」は、**周波数が高くなると**、電界と磁界が絡み合うようにして、**波として遠くに伝わる**性質が強くなる。

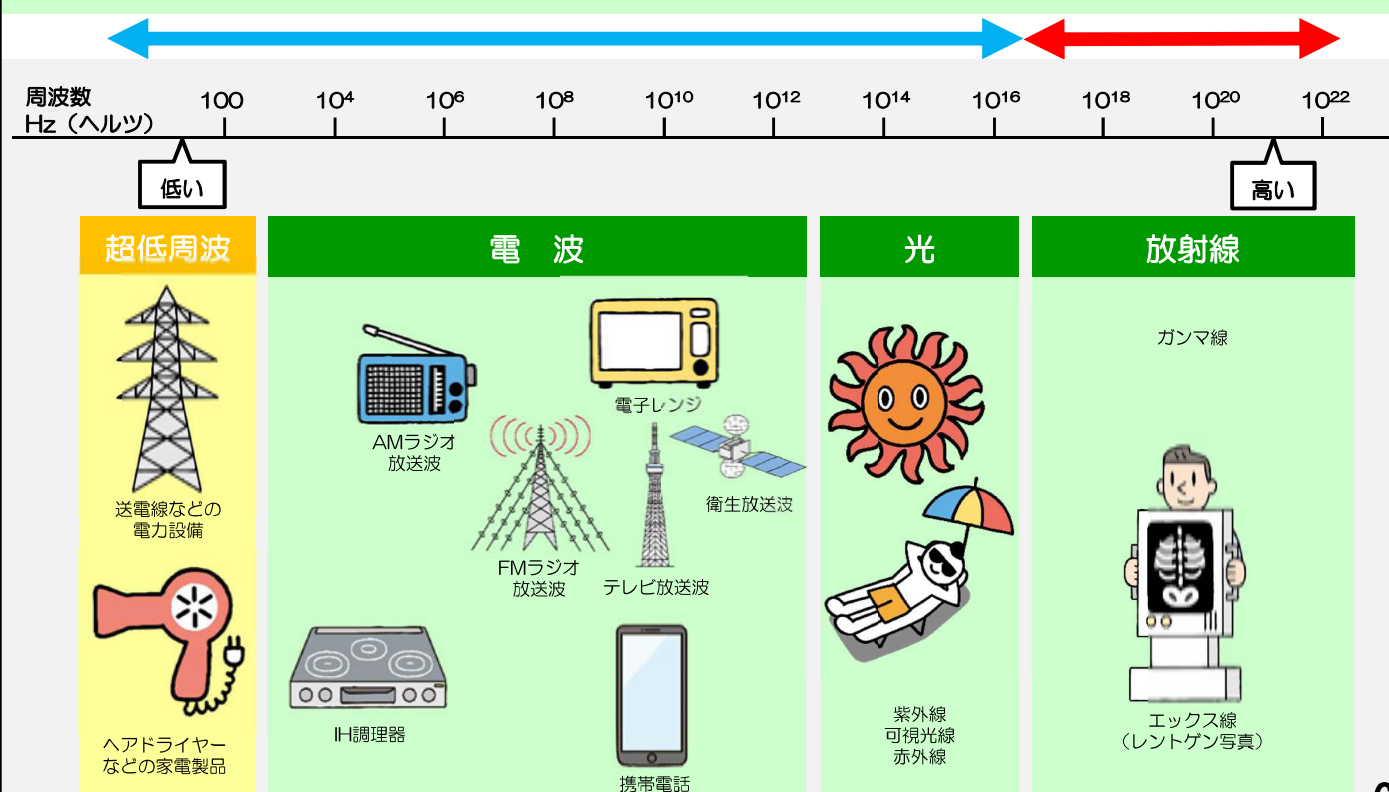
この波のことを、「電磁波（電波）」という。



5

電磁波の種類

非電離放射線 - VS - 電離放射線



6

事前質問 電磁波の健康影響①

- 携帯電話の電磁波は、どのような健康影響があるのでしょうか？
- スマートフォンと電磁波との関係を教えてください。

次ページに続きます

7

事前質問 電磁波の健康影響①

- 毎晩スマートフォンを枕元に置いて寝ていますが、健康影響はあるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集78～79ページ スライド59～61
83ページ スライド68

WHOファクトシート集
「携帯電話」1～3ページ
「基地局および無線技術」44～46ページ

8

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」 WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいてい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面的組織に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ボランティアの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界が及ぼす健康への影響については、研究による一貫性のある証拠は示唆されていません。さらには、電磁界ばく露と自己申告の身体症状または「電磁過敏症」との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界ばく露による潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に至るような相互作用があつてから長い年数を経るまで検出できないため、また、携帯電話は1990年代初めまで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的に誘導期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露のがんリスク上昇がないことを一貫して示しています。

複数の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今まで最大規模の成人を対象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した13カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10年以上の携帯電話使用に伴う神経膠腫および聴覚神経腫のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の一貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位10%に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇を示唆するものがありました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

主としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」(グループ2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と15年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。**今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

9

リスク評価のスケジュール

静電磁界

低周波電磁界

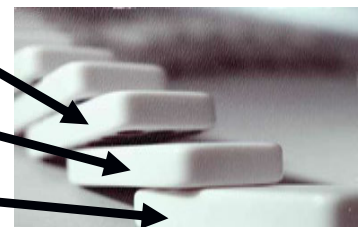
高周波電磁界 (電波)

2006年	2007年	電波 (>100kHz - 300GHz) IARC 2011 WHO 2023以降
--------------	--------------	---

INTERPHONE 研究 (否定) 2010年

IARC 電波の発がん性評価 (2B) 2011年

WHO 電波の健康リスク評価 2023年評価中



10

事前質問

電磁波の健康影響②

- 技術の進展で便利になるほど電磁波の強さや健康影響が大きくなると考えますが、実際はどうなのかをデータで教えてください。
- テレビ局の放送塔アンテナと10m程度しか離れていないマンションに長期間生活すると健康影響はあるのでしょうか？

次ページに続きます

11

事前質問

電磁波の健康影響②

- 向かいの家に無線基地局が設置されてから、耳鳴りや異音が聞こえる体調不良がありますが、電磁波の影響なのでしょうか？
- 自宅の隣にケーブルテレビの屋外設備が設置されました。その後、体調不良を感じます。電磁波の影響なのでしょうか？

講演 1， 5の中で説明しました。

予稿集 10～11ページ スライド11、 12

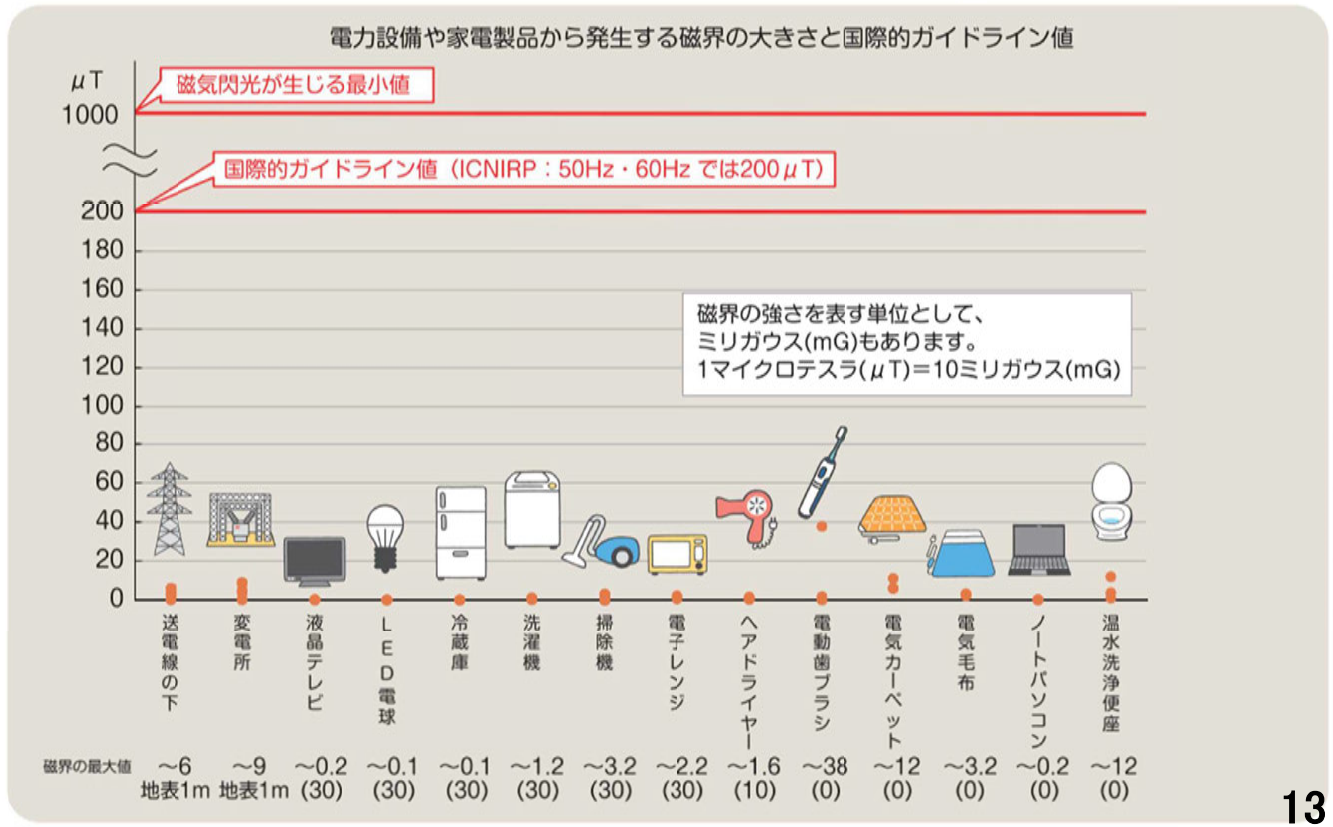
57ページ スライド17

72ページ スライド46、 47

12

身のまわりの磁界の強さ

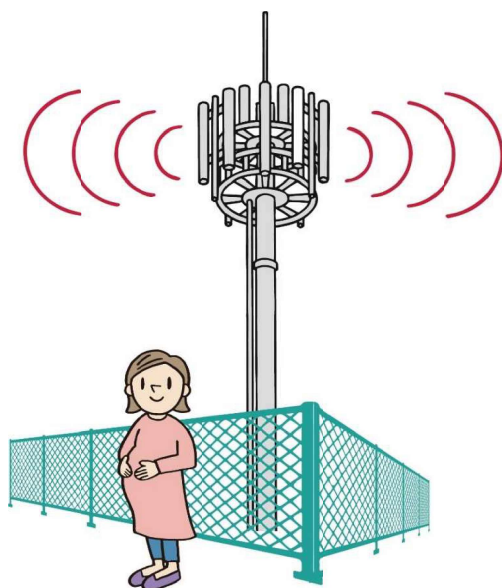
家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



13

携帯電話基地局への規制 (全身平均SARと外部電力密度)

全身ばく露のエネルギー吸収により
深部体温が1℃上昇し、動物の摂餌
行動に影響が現れる電波の強さ



安全施設 (フェンス等)
【電波法施行規則第21条の4】

全身平均SAR 4W/kg
外部電力密度50mW/cm² (1.5GHz~300GHz)

十分な安全率 (一般環境)
(影響が現れる電波強度の50分の1)

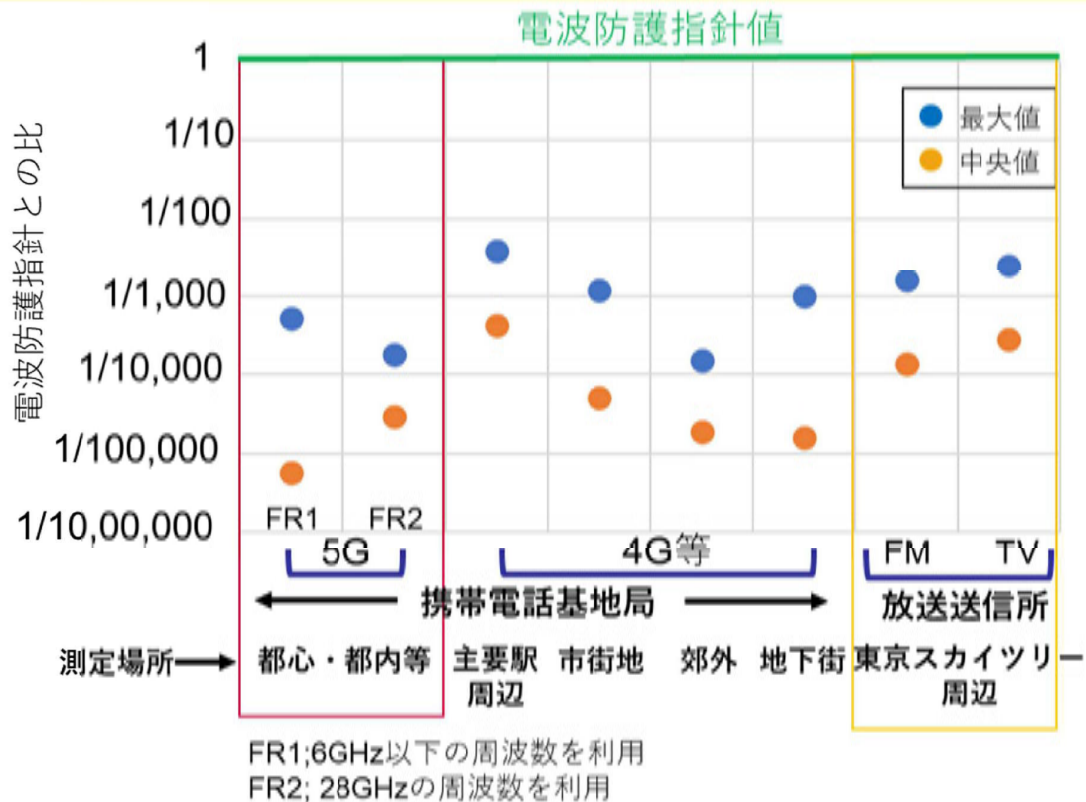
規制値
全身平均SAR 0.08W/kg

全身ばく露の影響レベル
外部電力密度1 mW/cm²

14

身のまわりの電波の強さ

生活環境における携帯電話基地局・放送局からの電波の強さと電波防護指針の値



15

(資料作成: 国立研究開発法人情報通信研究機構)

事前質問 電磁波の健康影響③

- ・ マンションでは各戸のIH調理器やWi-Fiの電磁波が重層的になると考えますが、健康影響はないのでしょうか？
- ・ オール電化の家に引越してから、髪の毛が抜け始めました。電磁波が原因とは考えられないのでしょうか？
- ・ IH調理器や電子レンジの電磁波には、乳がんのリスクはあるのでしょうか？

次ページに続きます

16

事前質問 電磁波の健康影響③

- 電磁波には記憶障害など脳への影響や視力への影響はないのでしょうか？
- 低周波音の影響なのか耳鳴りがします。原因や解消方法についてどこに相談をすればよいのでしょうか？

講演5の中で説明しました。
予稿集88ページ スライド78

17

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間におよそ25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

18

- 腕時計に誤差が生じるため、分解掃除を依頼したところ電磁波の影響を受けていると言われました。そのようなことはあり得るのでしょうか？また、電磁波が多く蓄積された腕時計を毎日10時間以上つけても問題ないのでしょうか？

磁性を持つ鉄、ニッケル、コバルトなどの金属が磁気の影響を受けると、静磁界の発生源から物理的な距離を取った後でも磁石の性質が維持されます。

腕時計には鉄などの金属素材が使用されていますので、部品同士が引き合っって位置がずれたり、故障や不具合につながる可能性があります。

事前質問 電磁波の健康影響⑤

- 電磁波を体から抜く方法を教えて下さい。
- 体に溜まった電気を家庭で簡単に抜く方法があれば教えて下さい。

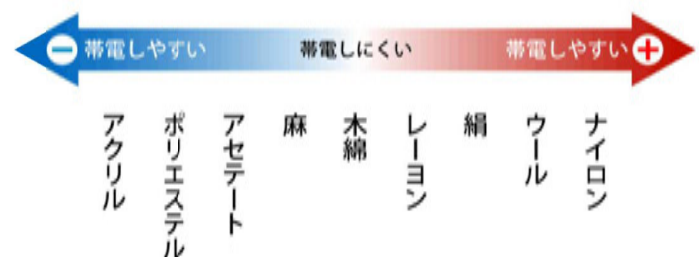
21

静電気体質（帯電体質）について

「体質」と呼ぶほどの個人差はありません。静電気帯電は、衣服や履く靴の帯電のしやすさや環境中の湿度に大きく依存します。

〔静電気を防止する方法の例〕

- 衣服は、同じ性質の電気を帯電する素材を組み合わせる。
- 天然素材の衣服を使用。



- 洗濯時に柔軟剤を使用。
- ゴムでなく革底の靴を履く。
- 加湿器を使用。
- 保湿クリームを使用。
- 静電気防止スプレーを使用。
- 金属製のドアノブに触れる前に壁や木製の家具などに触れて帯電を減らす。
- 帯電防止マットを使用。（高価）

22

事前質問

植込み型医療機器への影響

- 電磁波の影響を受けると考えられる機器の電磁波対策を教えてください。
- 心臓ペースメーカーなど植込み型医療機器に対する電磁波の影響を教えてください。
- アマチュア無線（200W出力、短波帯（14MHzや21MHz）、SSB送受信）は、植込み型心臓ペースメーカーに影響があるのでしょうか？

23

ある機器が、他の機器に電磁的な影響を与えたり、他の機器から電磁的な影響を受けたりすることは起こります。電磁波の強さは、発射源からの距離の自乗に反比例して小さくなるため、十分な離隔距離をとるという対策が考えられます。

■携帯電話と植込み型医療機器

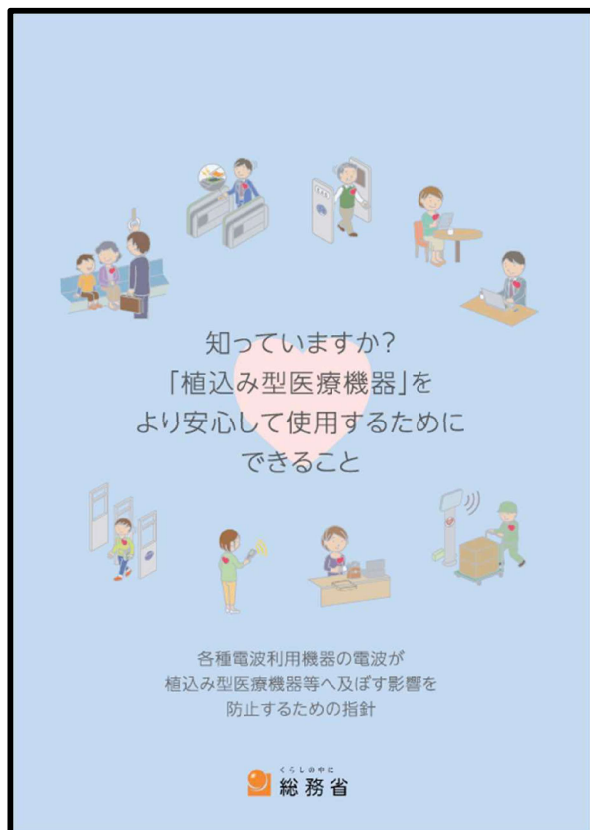
植込み型医療機器の装着部と携帯電話を15cm程度以上離していただくよう推奨しています。

なお、国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G/W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。

■大出力のアマチュア無線局と植込み型医療機器

総務省ではこれまで調査を行っていませんが、小型無線機でも影響がある可能性がありますので、安全のため、十分な離隔距離が必要と考えます。

24



<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/zentai.pdf>

身のまわりの電磁界について

Q6：電磁界は医療機器に影響を及ぼすのですか？

35－43ページ

令和 5 年 3 月
環境省 環境保健部 環境安全課

<https://www.env.go.jp/content/000122706.pdf>

25

事前質問 携帯電話の電磁波

- スマートフォンで電話をすると端末に近い身体の部分が熱くなり、耳が痛くなりますが、これは電磁波の影響でしょうか？

負荷の高い使い方が長時間続くと、スマートフォンのCPU（演算処理部）が活発に働き、端末が熱くなる場合があります。CPU内部での電気抵抗などが原因となり、熱が発生して、耳が痛く感じる可能性があります。電磁波の影響ではありません。

26

事前質問

電力設備・家電製品の電磁波

- 送電線や変電所など電力設備の電磁波による健康影響について教えてください。
- ホットカーペットや電気毛布は、体に接して長時間使用しますが、健康影響はあるのでしょうか？
- 家電製品の電磁波による健康影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集62ページ スライド27、63ページ スライド28
ファクトシート集47～48ページ

27

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**
（中下段 黄色マーク）

その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

疫学で示す0.4 μ Tを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電界および電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

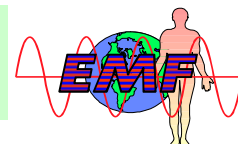
長期的影響の可能性

ELF電界による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを発表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを意味します（ELF電界以外の例にはコーヒーや溶接蒸気があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のプール分析で、0.3～0.4 マイクロテスラを上回る商用周波数の居住環境磁界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、選択バイアスの可能性など手法上の問題によって影響を受ける可能性があります。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するよう疫学的メカニズムとして正当と認められたものはありません。要するに、もしこのようなレベルの磁界へのばく露によって何らかの影響があるとすれば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、**これら全てを考慮すれば、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ありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均磁界はばく露が0.3 マイクロテスラを上回ることには稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%～4%であると推定されています。もし磁界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、磁界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100～2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2～4.95%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電磁界ばく露が公衆衛生に及ぼす限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的結核、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、**これらの健康影響全てについて、ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、**発育異常**、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

29

事前質問

スマートメーターの電磁波

- スマートメーターの電磁波は、健康影響があるのでしょうか？
- スマートメーターの側面にアースを施した鉄板をつけていますが、この対応で健康影響を防止することは可能でしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集73ページ スライド49

WHOファクトシート集

「基地局および無線技術」46ページ

30

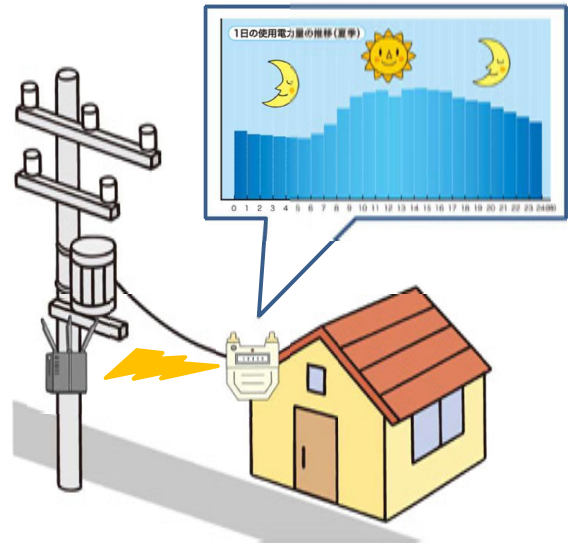
スマートメーターとは

通信機能を持たせた、次世代の電力量計。電気の使用量をリアルタイムに把握でき、様々なサービス等への応用が期待されています。

【平成25年6月閣議決定】2020年代早期に全世帯・全工場にスマートメーターを導入する。

【期待されるメリット例】

- 検針作業の効率化
- 新たなサービス提供
 - 需給状況に応じた電気料金設定
 - 警備や防災への活用
- 消費者自身が利用状況を把握
 - 省エネ・コスト削減
- リモート接続・切断



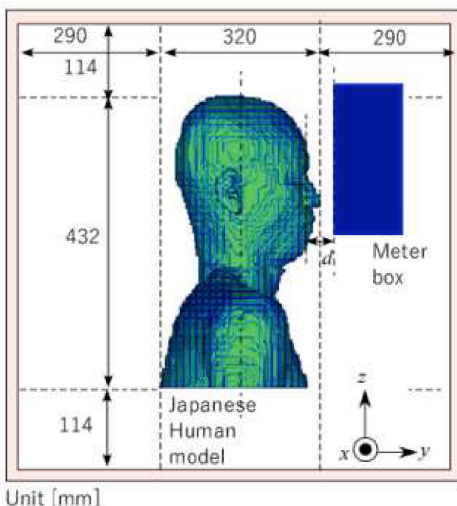
31

局所ばく露（携帯電話等端末）への規制

	局所の比吸収率（SAR）	
胸部・頭部で熱的負担 管理環境（労働環境）	20W/kg	2倍厳しく規制
一般環境	10 W/kg	
	2 W/kg	さらに5倍厳しく規制

十分な安全率（影響が現れる電波強度の10分の1）

スマートメータの通信に用いられる RF 電磁界の人体ばく露における数値モデルの構築と評価
 椎名健雄, 山崎 健一 電気学会論文誌 Vol.140 No.4 pp.207-216 (2020)



スマートメータに人体の頭部が極めて近接するワーストケースとなるばく露条件における頭部内局所 SAR を数値計算による評価を行った。この結果、頭部のSAR は、人体とスマートメータモデルとの距離 **3cm** で、日本人成人男性および女性モデルに対して 10.3mW/kg および 9.2 mW/kg と計算された。この値は、人体防護ガイドラインの指針値（電波防護指針値と同等）の **1/200 以下** であることが確認された。

32

オーストラリア放射線防護原子力安全庁（ARPANSA）の 「ファクトシート：スマートメータと健康」2015

- スマートメーターの送信機の電力が比較的低いこと、その設置場所が屋外であること、送信に費やす時間が非常に短いことから、スマートメーターからの全体的なRFばく露は非常に低く、複数のデバイスが同時に通信する場合であっても、ARPANSAのRF基準の限度値よりも大幅に低いです。
- ARPANSAやWHOを含む世界中の保健当局は、スマートメーターから生じるかもしれない健康影響に関する科学的証拠を調べてきました。これまでの研究は、**スマートメーターからの低レベルのRFばく露からの確立された健康影響はないことを示しています。**

<https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/radiation-sources/more-radiation-sources/smart-meters>

33

WHO ファクトシート No. 304 「基地局および無線技術」 ファクトシート集 46ページ

公衆のリスク認知

一部の人は、RF ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学研究をメディアが発表することです。それが、不確実さの印象および未知または未発見の傷害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因は、景観の懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHO の取り組み

WHO は、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をレビューし、0-300 MHz の電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の有害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を同定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに応え、各国政府および研究組織は、過去 10 年にわたり、2 億 5 千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

基地局および無線ネットワークからの RF 電磁界へのばく露による健康影響はないと思われますが、WHO によって研究は依然として推進されています。携帯電話からのさらに高い RF ばく露により、何らかの健康影響があるかを明らかにするためです。

WHO の専門機関である国際がん研究機関 (IARC) は、RF 電磁界によるがんリスクのレビューを 2006-2007 年に実施する予定であり、それを受けて国際電磁界プロジェクトは、RF 電磁界に関する総合的な健康リスク評価を 2007-2008 年に実施する予定です。

詳細資料

ICNIRP (1998) www.icnirp.org/documents/cmfgdl.pdf (ICNIRP ガイドライン)

IEEE (2006) IEEE C95.1-2005 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz" (米国電気電子学会規格 IEEE C95.1-2005 「3 kHz から 300 GHz までの無線周波電磁界への人体ばく露に関する安全レベルの IEEE 基準」)

(本文終わり)

(翻訳について)

Fact Sheet の日本語訳は、WHO から正式の承認を得て、電磁界情報センターの大久保千代子が英文にできるだけ忠実に作成いたしました。文意は英文が優先されますので、日本語訳における不明な箇所等につきましては英文でご確認下さい。(2011 年 5 月)

公衆のリスク認知

一部の人々は、電波ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学研究をメディアが発表することです。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

34

事前質問

IH調理器の電磁波

- IH調理器を使用すると、AMラジオの電波受信が乱れますが、スマートフォンの電波受信に影響がないのはなぜでしょうか？

講演3の中で説明しました。

予稿集30ページ スライド3

35

■ 代表的な電磁波(電磁界)の種類と用途

分類	名称	周波数f(Hz)	波長λ	主な用途(例)
電磁波	放射線	ガンマ(γ)線	3x10 ¹⁶ 以上 10nm以下	ガンマ線(放射線)治療
		エックス(X)線		レントゲン検査、非破壊検査
	非放射線	紫外線	約3x10 ¹⁵ ~16	10~400nm 殺菌灯、人工日焼けマシン
		可視光線	約3x10 ¹³ ~15	400~800nm 照明、テレビ(画像)、レーザーポインター
		赤外線	約3x10 ¹² ~13	0.8μm~1mm 赤外線リモコン、赤外線ヒーター
		サブミリ波	3x10 ¹¹ ~12	0.1~1mm 電波望遠鏡
		ミリ波(EHF)	3x10 ¹⁰ ~11	1~10mm 車載用レーダー
		センチ波(SHF)	3x10 ⁹ ~10	1~10cm 衛星放送(BS)、衛星通信(CS) 5G(第5世代移動通信)
		極超短波(UHF)	3x10 ⁸ ~9	0.1~1m テレビ放送、電子レンジ、携帯電話
		超短波(VHF)	3x10 ⁷ ~8	1~10m FMラジオ放送、航空管制
		短波(HF)	3x10 ⁶ ~7	10~100m ICカード、国際放送
		中波(MF)	3x10 ⁵ ~6	0.1~1km AMラジオ放送
		長波(LF)	3x10 ⁴ ~5	1~10km IH調理器 非接触型充電器(電気自動車用、携帯電話用)
		超長波(VLF)	3x10 ³ ~4	10~100km IH調理器
		極超長波(ULF)	3x10 ² ~3	100~1000km 鉱山での通信
		超低周波(ELF)	300以下	1000km以上 家電製品、送電線等の電力設備

(本パンフレットはこの領域のうち50Hz、60Hzの商用周波の電磁波(電磁界)を対象としています。)

注1: 周波数(単位: Hz、ヘルツ)は1秒間に振動する数で、電磁波の伝わる速さ「30万キロメートル/秒」を波長で割った数です。
(周波数 f(Hz) = 速さ 3x10⁸(m/s) / 波長 λ(m))

注2: 1μmは千分の1mm、1nmは百万分の1mm

36

事前質問

電気自動車、ハイブリッド車の電磁波

- 電気自動車、ハイブリッド車の電磁波による健康影響を教えてください。

37

自動車から発生する磁界の大きさ

各車種の最大磁界

[μT]

電気自動車	ハイブリッド車	ガソリン車
1. 33	1. 33	4. 20

〔平成25年電気学会全国大会『定速走行時の自動車内における磁界の測定』〕

- 3車種の間では著しい差は見られず、またICNIRPガイドラインにおける磁界ばく露限度値の参考レベルより低い値でした。
- また、電気自動車、ハイブリッド車は複数のピーク周波数を持ちますが、これらの値の参考レベルに対する割合を加算した値も限度値より十分に低い値でした。

38

事前質問

5Gの電磁波

- 以前、新型コロナウイルス感染症の流行拡大に5G電波が関係しているという情報を見たことがありますか、事実でしょうか？

講演5の中で説明しました。
予稿集85ページ スライド73

39



World Health
Organization



[Home](#) / [Emergencies](#) / [Diseases](#) / [Coronavirus disease 2019](#) /
[Advice for public](#) / [Myth busters](#)

Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public:
Myth busters (迷信や不安に対するアドバイス)

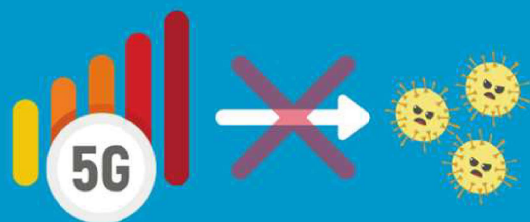
Viruses cannot travel on radio
waves/mobile networks.

COVID-19 is spreading in many countries
that do not have 5G mobile networks.

ウイルスは電波やモバイルネットワークに乗って移動することはできません。COVID-19は5Gモバイルネットワークのない多くの国々で拡散しています。

their eyes, mouth or nose.

FACT:
5G mobile networks
DO NOT spread COVID-19



World Health
Organization

#Coronavirus #COVID19

8 April 2020

40

事前質問 電磁波の防護

- 冷蔵庫や冷暖房器、テレビ、パソコンなど家の中にある身近な家電製品の電磁波から、どのように身を守ればよいでしょうか？
- 電磁波防止のシールを使用していますが、効果はあるのでしょうか？
- 有効な電磁波防護グッズを教えてください。
- 部屋をリフォームして電磁波を防護することはできますか？また費用はどの程度がかかりますか？

次ページに続きます

41

事前質問 電磁波の防護

- 5G電波を防護する方法を教えてください。
- スマートフォンを普段ポケットに入れるため、電磁波の影響を低減するグッズを教えてください。
- 住んでいるマンションとテレビ局の放送塔アンテナが10m程度しか離れていないため、電磁波の健康影響を防ぐ対策を教えてください。

WHOファクトシート集

「レーダと人の健康」27～31ページ

「超低周波（ELF）」21～26ページ

42

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

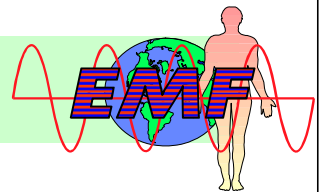
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間におよそ25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

43

防護対策



ファクトシート205 「超低周波 (ELF)」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226 「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

44

事前質問

電磁過敏症

- 電磁過敏症を3年前に発症し、今年に入ってから特に電磁波を強く感じるようになりました。5G電波の影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集：88ページ スライド79

WHOファクトシート集 37～40ページ「電磁過敏症」

45



World Health
Organization

Health Topics ▾

Countries ▾

Newsroom ▾

Em

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。

現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

健康全般に対する影響

電磁過敏症（EHS, IEI）

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

46

WHOファクトシート No.296

電磁過敏症 P37-40

電磁過敏症とは何か？ P37中段

- 医学的には説明できない**多様な非特異的症状**。悩まされている人々は、その原因を**電磁界へのばく露**と信じている。
- 症状の種類もその深刻度も人によって異なる。また、原因と考える電磁界発生源の種類も多様である。
- 最も一般的な症状は、皮膚への症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱性および自律神経性の症状（倦怠感、めまい、どうき）など。
- 有症率、報告される症状には地域的ばらつきもある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

47

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

研究の結論 P38

EHSに明確な診断基準はない。また、EHSと電磁界ばく露を結び付けるような**科学的根拠は存在しない**。

- EHSの人々は、EHSでない人々よりも、電磁界ばく露を**より正確に感知できることを示す証拠はない**。
- 二重ブラインド法による研究において、**症状が電磁界ばく露と関連しない**ことが示されている。
- 電磁界とは無関係の**環境因子**（屋内空気質、騒音、照明のちらつき等）、あるいは電磁界の健康影響を恐れる結果としての**ストレス反応**などを原因として示唆する研究もある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

48

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

臨床医に向けた推奨 P38下段

- 影響を受ける人々に対する処置は、その人の症状および臨床像に焦点をあてるべきであり、職場や家庭の電磁界の低減または除去の要望など、その人の認知上の要求に焦点をあてるのはよくない。
- 医師と患者との間に効果的な関係を確立し、患者が状況克服の方策を立てる手助けを行い、職場復帰および通常の世界生活を目指して患者を励ますことを治療の目標とするのが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

49

ファクトシート No.296 電磁過敏症

政府に向けた推奨 P39上段

政府は、EHSの人々、医療専門家、雇用主に対して、電磁界の健康影響の可能性に関する情報をバランスよく、適切に提供するのが望ましい。

そのような情報には、EHSと電磁界ばく露との結びつきに関する科学的根拠は現在、存在しないという明確な声明を含めることが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

50

フランス食品環境労働衛生安全庁の専門家評価報告 (ANSES、2018)

<https://www.anses.fr/en/content/hypersensitivity-electromagnetic-waves-research-efforts-should-be-scaled-and-suitable-care>

- ANSESの専門家評価では、EHSの問題が非常に複雑であることが示された。何よりも、現時点ではEHSについての検証済みの診断基準は無く、専門家評価では、EHSを定義するには**個人の自己申告に基づくしかない**ことがわかった。
- **EHS自訴者が表現する痛みと苦しみ**（頭痛、睡眠・集中・記憶障害、社会的孤立、等）は**現実のも**であり、それに対処するように彼らの日常生活を適応させる必要がある。
- 現時点での科学的知識は、**EHS自訴者の症状と彼らの電磁界ばく露との間に因果関係は無いことを示している**。とはいえ、それらの症状は彼らの生活の質に**重大なインパクトを及ぼし得るものであり、医療専門家及び社会福祉士による適切なケアが必要であり、そうすることが是認される**。

51

事前質問 医療機器の電磁波

- 医療機器で**使用される電磁波の強さや特徴を教えてください**。
- **腰痛、ヒザ痛、股関節痛（人工股関節を使用中）等がありますが、家庭用治療器を使用しても大丈夫でしょうか？**

医療応用に関する内容であり、本講演会の趣旨と異なる質問であるため、回答は差し控えさせていただきます。

52

事前質問 電磁波の測定

- 家庭内の電磁波の測定を行う会社に頼む際に注意することはあるでしょうか？

個別の測定会社の実態を把握していないため回答できません。

なお、電磁界情報センターでは低周波用の磁界測定器を無料で貸出しています（送料はお申込者負担）。ご希望の方は、電磁界情報センターのホームページからお申込み下さい。

53

事前質問 電気風呂

- 温泉や銭湯にある電気風呂に長時間入浴しても健康影響はないのでしょうか？

電磁波ではなく電気に関する内容であり、本講演趣旨と異なる質問であるため、回答は差し控えさせていただきます。

54

事前質問

- 内容が同じ場合、質問を集約しています。
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています。
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています。

事前質問 電磁波の性質

- 電力設備、家電製品、スマートフォンからの電磁波に違いはあるのでしょうか？
- 電力会社の送電鉄塔、携帯電話の基地局、その他の無線基地局からの電磁波による健康影響の違いを教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集50ページ スライド3

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

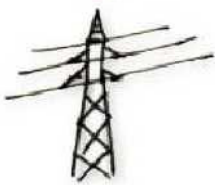
100 kHz
(10万Hz)

熱作用

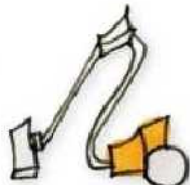
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ



スマホ



携帯基地局

3

事前質問

電磁波の健康影響①

- オール電化住宅に10年以上住んでいますが、健康影響はあるのでしょうか？
- 送電線下での長期的な健康影響と生活上の注意点について教えてください。

講演5の中で説明しました。

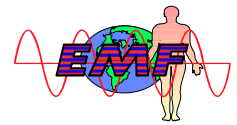
予稿集62ページ スライド27

63ページ スライド28

WHOファクトシート集 47~48ページ

4

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分でない因子であることを基礎とします（ELF電界以外の例にはコーヒーや冷機蒸気があります）。このように分類された候補は、疫学研究のプール分析で、0.3~0.4 マイクロテスラを上回る居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、獲得バイアスの可能性など手法上の問題によって弱まっています。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するよう疫学的メカニズムとして正当化されたものはありません。要するに、もしこのように、低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとするならば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、**これらの論文を考慮すれば、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ありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が0.3 マイクロテスラを上回ることとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2~4.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病リスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電界ばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、**これらの健康影響全てについて、ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**

（中下段 黄色マーク）

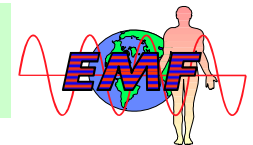
その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

疫学で示す0.4 μ Tを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

5

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

6

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

7

事前質問 電磁波の健康影響②

- 電磁波を体に溜め込まない対策として、畑仕事やガーデニングで土に触れると身体から電磁波が抜けて症状が改善すると聞きますが、本当でしょうか？
- 身体に受けた電磁波の放電方法を教えてください。

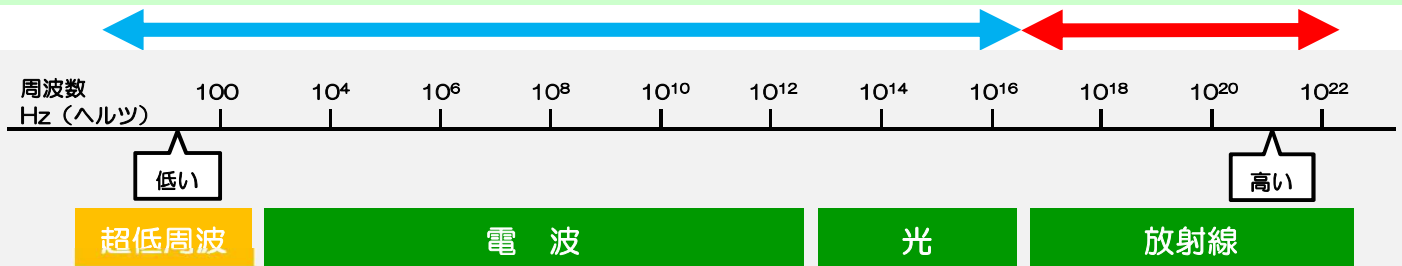
講演5の中で説明しました。

予稿集50ページ スライド2

8

電磁波の種類

非電離放射線 -VS- 電離放射線



リスク管理を考える場合、**電離放射線（放射線）**はその生体影響（発がん作用）が蓄積するので、ばく露制限基準に時間の概念が入っています。**非電離放射線（電磁波・電磁界）**にはその様なエネルギーがなく影響は蓄積しないので、ばく露制限基準に時間の概念は入っていません。



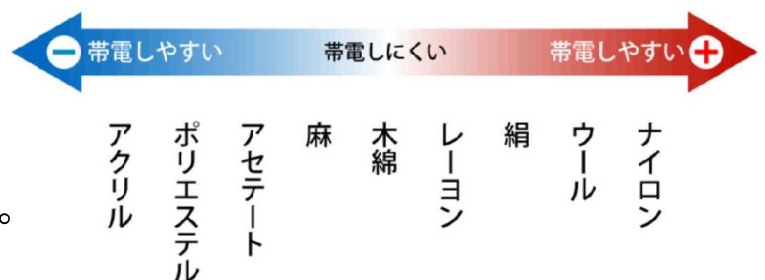
9

静電気体質（帯電体質）について

「体質」と呼ぶほどの個人差はありません。静電気帯電は、衣服や履く靴の帯電のしやすさや環境中の湿度に大きく依存します。

〔静電気を防止する方法の例〕

- 衣服は、同じ性質の電気を帯電する素材を組み合わせる。
- 天然素材の衣服を使用。



- 洗濯時に柔軟剤を使用。
- ゴムでなく革底の靴を履く。
- 加湿器を使用。
- 保湿クリームを使用。
- 静電気防止スプレーを使用。
- 金属製のドアノブに触れる前に壁や木製の家具などに触れて帯電を減らす。
- 帯電防止マットを使用。（高価）

10

事前質問

電磁波の健康影響③

- 集合住宅に住んでおり、明け方にキーンという脳に響く音がします。他の家族は感じません。病院を受診したが異常ありませんでした。通信設備が建物内にあるのですが、何か関係があるのでしょうか？
- 電磁波は脳や耳に健康影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集63ページ スライド28、79ページ スライド60

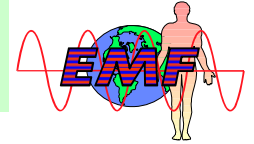
83ページ スライド68

WHOファクトシート集1～3ページ、47～49ページ

11

キーンと聞こえているのは音波であり、電磁波ではありません。生活環境中で遭遇する電磁波を音として感知することはありませんので、通信機器が原因とは考えられません。

12



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、**神経行動学的影響、神経変性疾患**」などです。WHO のタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

13

ファクトシート193 「携帯電話」 WHOファクトシート集 2ページ

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面的組織に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ボランティアの脳の電氣的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界ばく露による健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は示唆されていません。さらには、電磁界ばく露と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

14

リスク評価のスケジュール

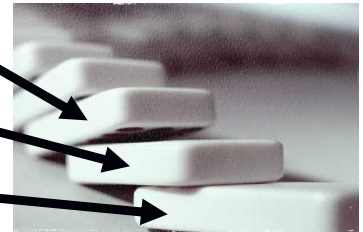
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



15

事前質問

子供への健康影響

- もうすぐ出産予定です。子供を電磁波から守るには何が出来るでしょうか？特にスマートフォンの電磁波について注意すべきことを教えてください。
- 送電線の真横に住んでいます。娘が出産のため2ヶ月同居して出産しましたが、その後、その子の舌の下側に袋状のものができ手術をしました。胎児期の電磁波の影響でしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集89ページ スライド80

16

妊娠の結果に対する影響

生活環境と労働環境には、（中略）多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、**通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。**電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

妊娠の結果に対する影響

生活環境と労働環境には、コンピュータ画面、ウォーターベッドと電気毛布、無線周波の溶接機、高周波温熱治療装置、レーザなど多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

17

事前質問 携帯電話等の電磁波

- スマートフォン、パソコン等の電磁波で肩こり、背中の痛み、その他の健康影響が発生するのか教えてください。
- スマートフォンを枕元に置いて寝ていますが、脳腫瘍などの健康影響はあるのでしょうか？

事前質問 携帯電話等の電磁波

- スマートフォンで音楽をよく聞いていますが、耳の近くで聞くと健康影響はあるのでしょうか？
- スマートフォンで電話をすると耳が詰まったような違和感があります。電磁波の影響でしょうか？
- スマートウォッチの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

次ページに続きます

19

事前質問 携帯電話等の電磁波

- 不整脈がある人が左胸ポケットに携帯電話を入れても心臓への影響はないでしょうか？
- 電波を使用した無線機器は人体への健康影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集79ページ スライド60

83ページ スライド68

WHOファクトシート集1～3ページ

20

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいてい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで 20 年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織における熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数においては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、脳またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、携帯電話の電磁的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、脳組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界はく霞による健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は示唆されていません。さらには、電磁界はく霞と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界はく霞による潜在的な長期的リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に及ぼす相互作用があつてから長い年数を経るまで検出できないため、また、携帯電話は 1990 年代初期まで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い経過観察期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露でのがんリスク上昇がないことを一貫して示しています。

疫学の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までの最大規模の成人を対象とした前向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の脳腫瘍の間の関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した 13 カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10 年以上の携帯電話使用に伴う神経膠腫および脳神経腫のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の一貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位 10% に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇を示唆するものがありました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の強固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

主としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関 (IARC) は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」(グループ 2B) に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と 15 年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf 21

リスク評価のスケジュール

静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）

2006年	2007年	電波 (>100kHz - 300GHz)
		IARC 2011 WHO 2024以降 

INTERPHONE 研究（否定）

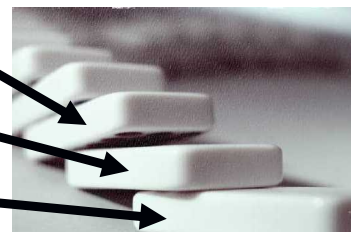
2010年

IARC 電波の発がん性評価(2B)

2011年

WHO 電波の健康リスク評価

2024年評価中



事前質問

Wi-Fi・基地局の電磁波

- Wi-Fiの電磁波は頭痛等の健康影響があるのでしょうか？
- マンションの屋上に携帯電波の基地局がありますが、基地局からの電磁波は健康影響があるのでしょうか？
- Wi-Fiが強い場所や電車、車などの密閉空間で体調を崩す友人がいます。電磁波の健康影響ではないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。
予稿集73ページ スライド49
WHOファクトシート集44～46ページ

23

WHO ファクトシート No. 304 「基地局および無線技術」 ファクトシート集46ページ

公衆のリスク認知

一部の人は、RF ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の有害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観的懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHO の取り組み

WHO は、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をモニタし、0-300 ギガヘルツの電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の有害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を同定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに応え、各国政府および研究組織は、過去 10 年にわたり、2 億 5 千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、**基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

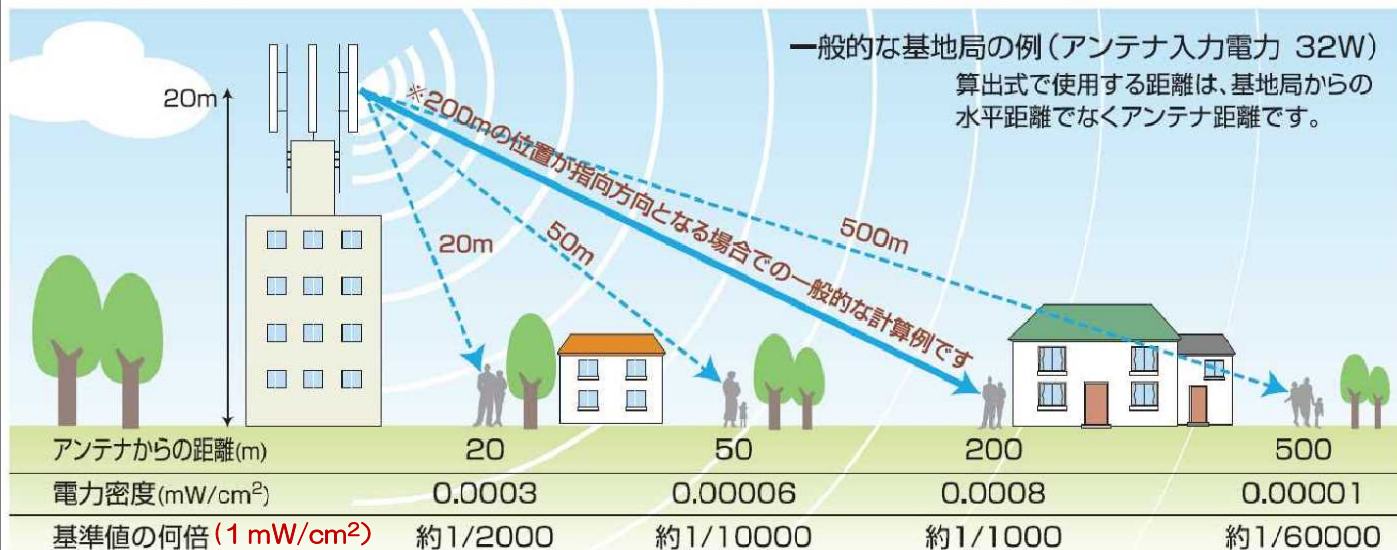
24

携帯電話基地局からの電波

総務省パンフレットより

https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/body/emf_pamphlet.pdf

携帯電話基地局のアンテナから発射される電波の地上での電力密度の例



25

事前質問

携帯電話システムの高度化

- 5G通信のミリ波について、人体に対する安全性は、完全に証明されているのでしょうか？
- 5G及び6G通信による健康影響はあるのでしょうか？

科学は安全性を完全に証明できません。
蓋然性を推定することは可能です。

講演5の中で説明しました。

予稿集75ページ スライド53

26

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」 に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

27

携帯電話が使用する高周波領域の電波については、科学的に確立された健康影響は熱作用によるものであり、ミリ波であっても変わりません。

電波防護指針では、300GHzまでの周波数の電波について、熱作用による人体の健康への悪影響がないように、十分な安全率を考慮して指針値を定めています。

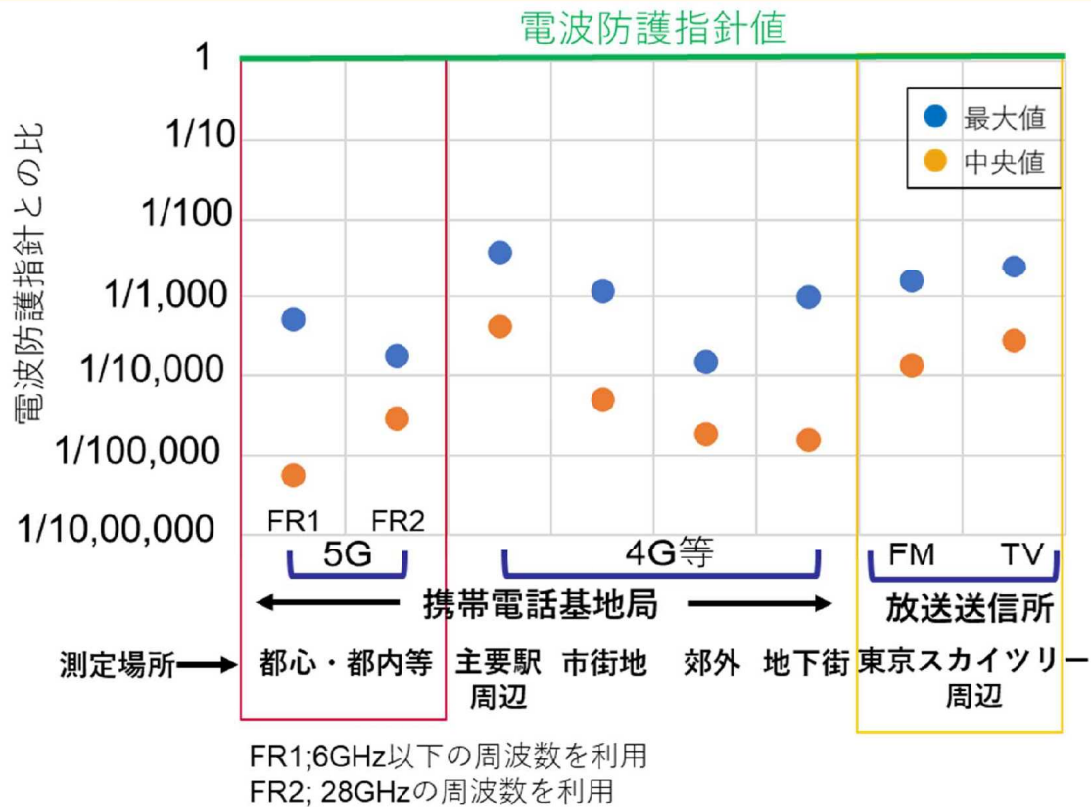
5Gに限らず、ミリ波を使用する無線システムは、電波防護指針を遵守することで、安心して利用することができます。

サービス提供中のミリ波（28GHz帯）の5Gについて、情報通信研究機構が調査したところ、その電波強度の最大値は、電波防護指針の1000分の1以下でした。

28

身のまわりの電波の強さ

生活環境における携帯電話基地局・放送局からの電波の強さと電波防護指針の値



(資料作成: 国立研究開発法人情報通信研究機構) 29

事前質問

電力設備・家電製品の電磁波

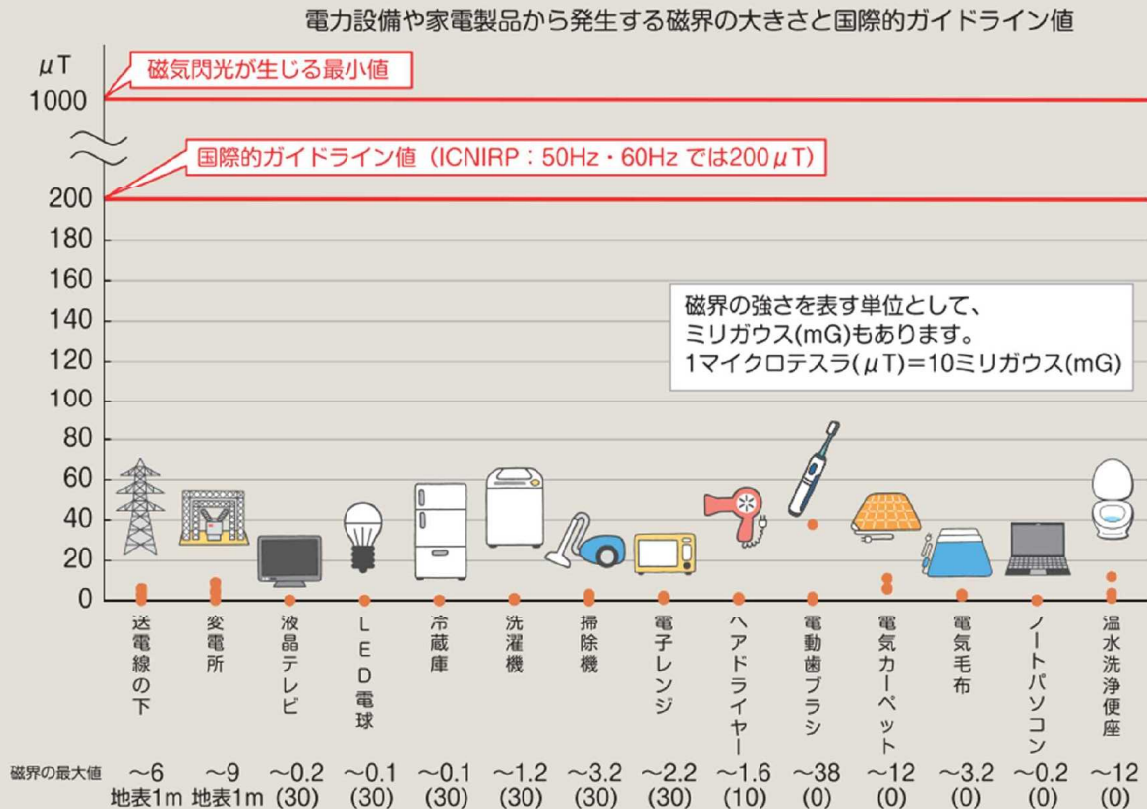
- 身のまわりで一番強い電磁波は何から発生しているのでしょうか？また、それに対して注意点があれば教えてください。
- 冷蔵庫、冷凍庫のモーター音が隣の寝室まで聞こえます。電磁波はどれくらい出ているのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集57ページ 17スライド

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



31

事前質問

IH調理器の電磁波

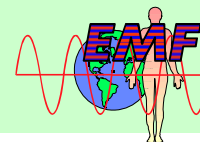
- IH調理器の電磁波は人体への健康影響がないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集65~66ページ 33~35スライド

WHOファクトシート集56~59ページ

32



超低周波電磁界（ELF、これには交流電力周波数が含まれます）および無線周波電磁界（RF、これには移動電話通信が含まれます）と比べ、IF電磁界の影響に関する研究はこれまでほとんど行われていませんでした。しかし、科学的証拠からは、生活環境および労働環境で普通に見られる IF電磁界へのばく露により健康への有害な影響が生じることの確信は得られています。このような結論は、部分的には IF電磁界を用いた研究に、そしてまた IF電磁界はその周波数によって ELFおよび RF電磁界と同じように身体に作用するという事実に基づいています。

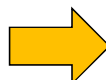
国際基準

ICNIRPはWHOが正式に承認した独立の科学委員会であり、0-300ギガヘルツの周波数範囲の全ての電磁界に対するばく露制限のガイドラインを公表しています。IF範囲のばく露ガイドラインは、外部電磁界と身体とのカップリングおよび生物学的影響の周波数依存性を前提として、有害な健康影響の可能性に関する科学的文献を慎重にレビューすること、および「ELF」とRFの周波数範囲から制限値を外挿することによって確立されました。

今後の課題

科学的証拠によれば、ICNIRPのガイドラインを上回るばく露レベルの IF電磁界に対するばく露の健康リスクも示唆されています。しかし現在の知見に基いた確かな証拠を裏付けるためには、より一層質の高い研究が必要です。今後、以上の主要分野について研究されることが確認されています。

- **疫学研究**：大規模なコホート研究によって、ある程度ばく露レベルが高い集団において高品質のばく露データの収集が実施可能であることが実証され、その結果、十分な統計的検出力が得られ、かつ重要な健康影響が同定された場合には、疫学研究を検討することが推奨されます。
- **ばく露評価**：現在の労働環境および生活環境における電磁界ばく露の大きさと種類について、より明確にその特徴を示すことが必要です。IF電磁界が使用されている産業および他の労働環境においては、設備が適切に遮断され、かつばく露ガイドライン値を超えていないことを確保するために、定期的検査の実施と記録を行わなければなりません。
- **動物実験**：今後の動物実験は、産業その他の発生源からの人体ばく露と同様のばく露条件を用い、さらに高いばく露レベルについても探検するのがよいでしょう。もし、動物実験において特定の疑わしい作用の道筋が同定された場合には、どのように IF電磁界が身体に作用するかを明らかにするための細胞レベルまたは生体組織レベルの研究を行うことによって、このような動物実験を補足することになるでしょう。
- **生物学的相互作用**：ばく露ガイドラインの改良、特にパルスまたは複雑な波形の電磁界に関するばく露ガイドラインの改良のために、生物学的相互作用と健康障害の関連性について包括的な理解を深めることが必要です。
- **バイオメタコンピュータを用いたモデル化技術**が出現して、IF電磁界にばく露された人体に誘導される電磁界を計算値で示すことが可能になりました。最も先進的な手法では、解剖学的に実物に近い人体模型を計算に用いています。そのような手法は特にリスク評価に適用され、IF電磁界測定値がばく露制限値を満たすかどうかを、一貫性をもって試験をします。そのような評価の際に、必要に応じて女性と子供の人体模型を用いることも考慮することが重要です。



今後の課題

科学的証拠によれば、国際的なガイドラインを下回るばく露レベルの中間周波電磁界によるどのような健康リスクも示唆されていません。しかし現在の知見における不確かさに取り組むために、より一層質の高い研究が必要です。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

事前質問 MRI検査の電磁波

- MRI検査を30分受けましたが、健康影響はあるのでしょうか？

MR I から発生する電磁波の健康影響

MRI（磁気共鳴画像法）

- 検査時に患者及びオペレータが浴びる静磁界の強さ

0.2~3T（テスラ）

- 国際的なガイドライン（ICNIRP）の制限値

〔職業的ばく露〕

頭部及び躯体部

2T

四肢

8T

〔公衆のばく露〕

身体の任意の部分

400mT(0.4T)



→ガイドラインの制限値を超えるケースがありますが、医療行為という受益があります。

35

事前質問

植込み型医療機器への影響

- 電波を使用した無線機器が医療機器に及ぼす影響について教えてください。

講演1の中で説明しました。

予稿集14~15ページ 19~21スライド

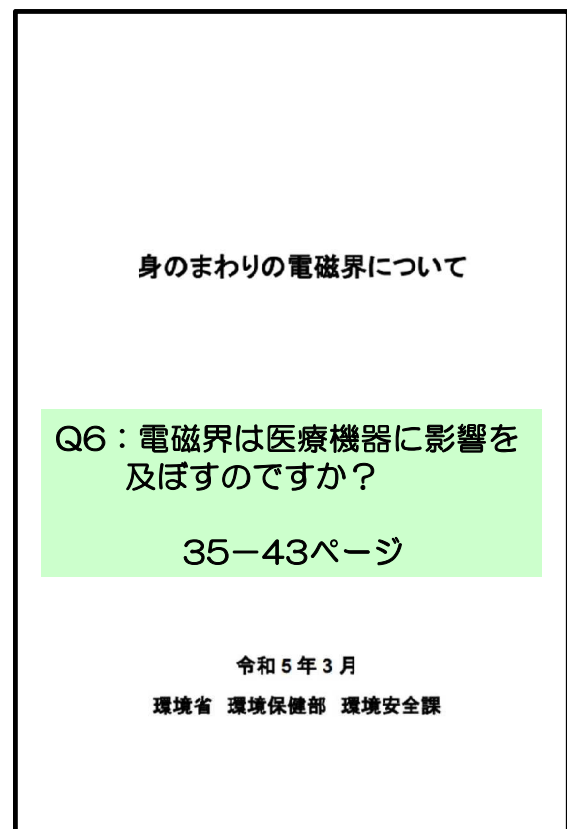
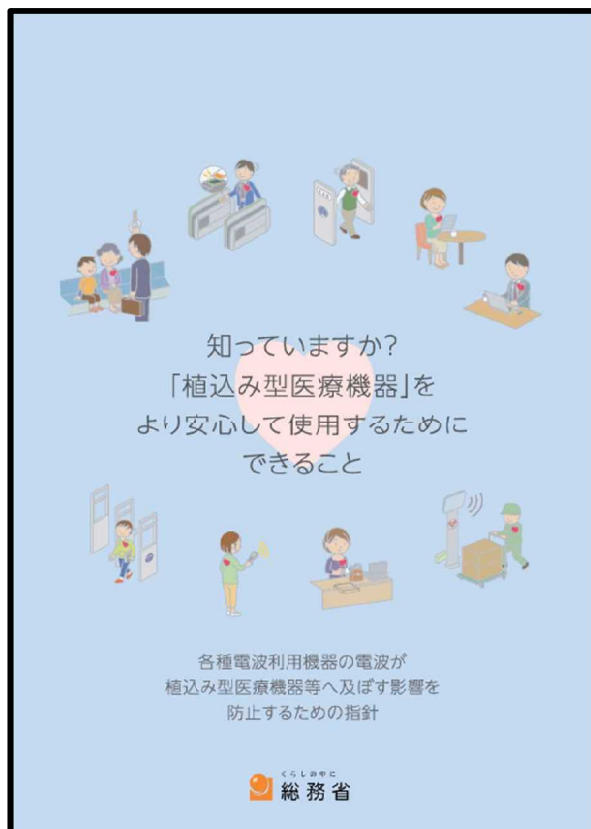
36

ある機器が、他の機器に電磁的な影響を与えたり、他の機器から電磁的な影響を受けたりすることは起こります。電磁波の強さは、発射源からの距離の自乗に反比例して小さくなるため、十分な離隔距離をとるという対策が考えられます。

■携帯電話と植込み型医療機器

植込み型医療機器の装着部と携帯電話を15cm程度以上離していただくよう推奨しています。

なお、国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G／W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。



- 高周波電磁波による健康影響は、6～10分間のばく露実験をもとに $1\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下であれば安全とされています。一方で、一般的な学業や仕事等での使用実態である4～5時間程度を毎日ばく露する、ということを想定した実験はまだ無く、「長時間・長期利用に関する安全性までは十分な判断が出来ない」というのが本来の正しい表現なのではないでしょうか？

39

平均化時間（6分間）は、ばく露される時間のことではありません。

高周波電力蓄積の速度と熱拡散および伝導の速度のバランスを考えると、定常状態の温度に達するまでの所要時間は、温度上昇の時定数によって特徴付けられます。時定数は主として、血流による熱対流および熱伝導に依存します。定常状態の温度上昇の80-90%に達するまでの所要時間は12 -16分です。6 GHzまでの局所ばく露における定常状態の温度上昇について、安全側に立った適切な平均化時間として6分を採用します。

また、平均化時間を超える長時間の場合は、ばく露される時間に関係なく、指針値以下であれば安全と考えられています。

40

事前質問

太陽光発電設備の電磁波

- メガソーラー発電所から100m程離れた住民が頭痛等の体調不良を訴えています。太陽光発電は健康影響があるのでしょうか？
- 太陽光発電設備からの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

次ページに続きます

41

事前質問

太陽光発電設備の電磁波

- 住宅屋根に設置する太陽光パネルやパワーコンディショナ周辺の電磁波の強さを教えてください。

講演3, 5の中で説明しました。

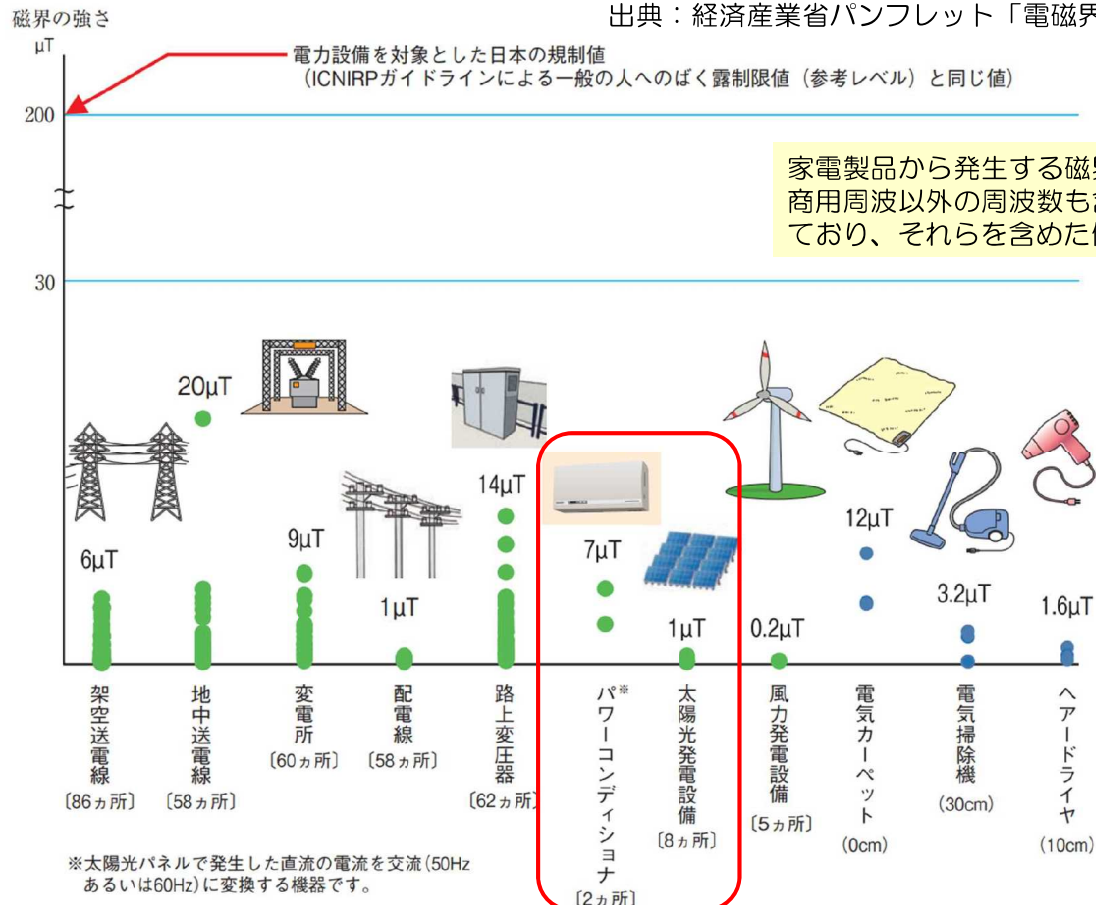
予稿集31ページ スライド4、

43ページ 8～9スライド

42

身のまわりの磁界の強さ

出典：経済産業省パンフレット「電磁界と健康」



43

事前質問 風力発電設備の電磁波

- 風力発電設備からの電磁波の健康影響と生態系など環境影響について教えてください。

講演3, 5の中で説明しました。

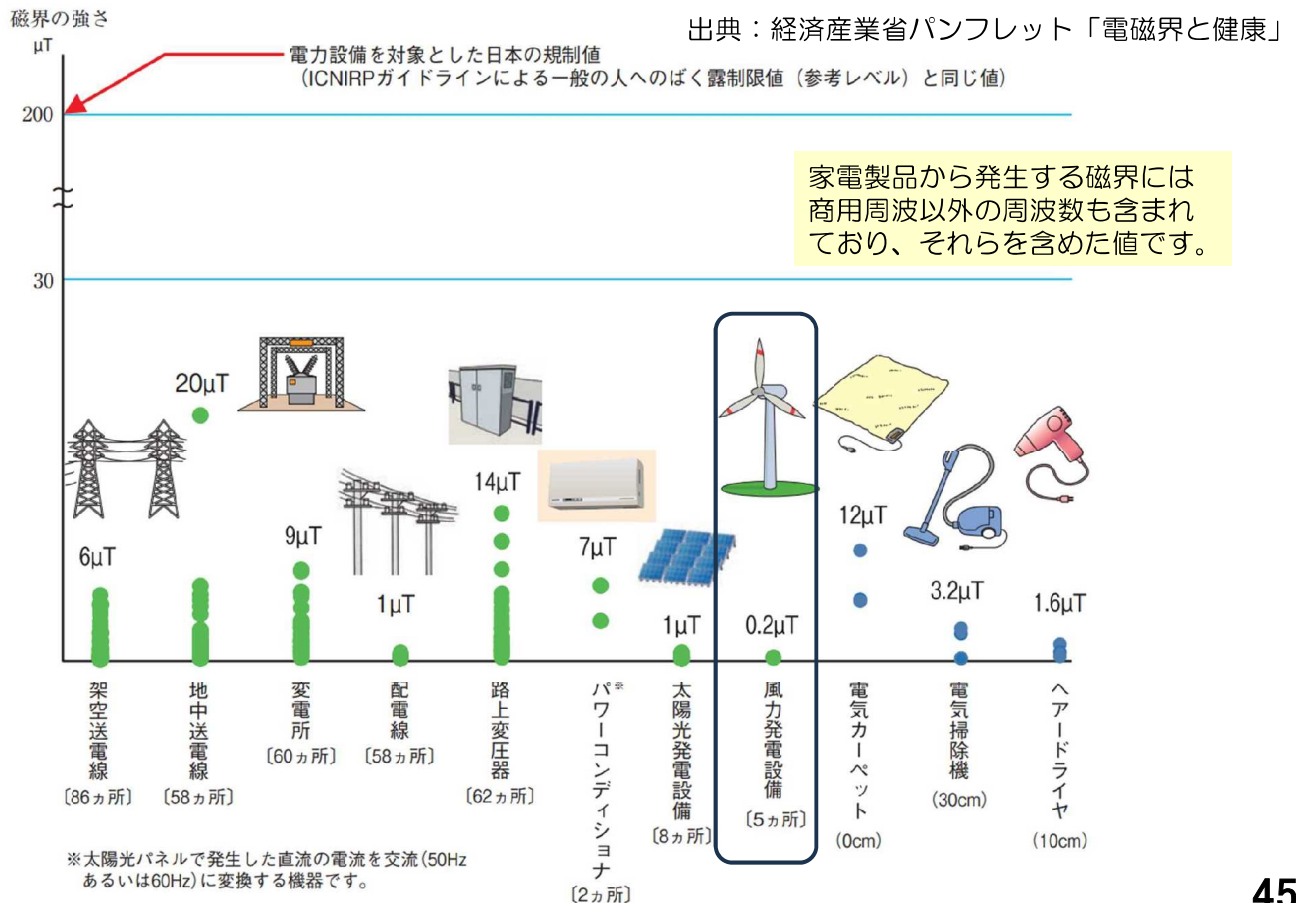
予稿集31ページ スライド4、

43ページ 8～9スライド

WHOファクトシート集 63～66ページ

44

身のまわりの磁界の強さ



45

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間におよそ25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

46

「電磁界の環境影響」 WHOファクトシート集 63-66ページ

「結論」 65ページ下段

陸域および水域生態系に対する電磁界のリスクを取り扱った研究の数は限られていますが、それらの研究からは、極めて強力な発生源の近くでのいくつかの影響以外には、大きな環境影響の証拠はほとんどあるいは全く示されていません。現在の知識によれば、人の健康を防護するためのICNIRP ガイドラインに定められたばく露制限値は環境も保護しています。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

47

事前質問 電磁波の防護

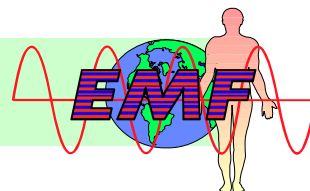
- 電磁波防止シールやグッズは効果があるのでしょうか？また、認可されている商品はあるのでしょうか？
- アルミ素材の服で電磁波の影響を防護できるのでしょうか？
- 家庭できる電磁波防護対策を教えてください。

WHOファクトシート集

「超低周波（ELF）」 21～26ページ

「レーダと人の健康」 27～31ページ

48



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

事前質問

- 内容が同じ場合、質問を集約しています。
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています。
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています。

事前質問 電磁波への国の対応

- 海外の規制状況を教えてください。

講演5の中で説明しました。
予稿集58ページ スライド18
76ページ スライド54

科学的根拠に基づいて、WHOは電磁波の健康リスク評価を行っています。リスク管理として、ICNIRP、IEEEが国際的な電磁波へのばく露防護ガイドラインを作成しています。

これらの国際ガイドラインには強制力はなく、採用するか否かは、各国政府が決定しています。日本は基本的にICNIRPが提唱するばく露制限値を採用していますが、全ての国がこれらを採用している訳ではありません。規制のない国もありますし、これらの制限値よりも厳しい規制値を採用している国もあります。

また、国際ガイドラインの制限値も見直されているため、それ以前に定められた各国の制限値が国際ガイドラインに一致していないこともあります。

3

日本と海外の電磁界に対する規制・ガイドライン

		制定年	電界		磁界	
			(kV/m)	区分	(μ T)	区分
国際レベル	ICNIRP 注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		//	4.2(60Hz)	//	200(60Hz)	//
国レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200 (50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス 注4)	2000年	5	規制	100(50Hz)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア 注4)	2003年	5	規制	100(50Hz)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

注1) 2010年に改訂した新ガイドラインによる。それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz)。

注2) 韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mです。

注3) 米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。

注4) スイス、イタリアでは本規制値以外に予防原則に基づいた磁界の規制値を設定。

注5) 英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

4

国際的なばく露防護ガイドライン値

	国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)	米国電気電子学会 (IEEE)
端末【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均) ※1
基地局 (2GHz) 【電力密度(mW/cm ²)】	1mW/cm ²	1mW/cm ²

※1 米国、カナダ、韓国の指針値の根拠。当初は1.6W/kgであったものを2006年4月に現在の値に改定。

日本と海外の規制値

	日本	米国	英国	仏国	中国	韓国
端末 【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)
基地局 (2GHz) 電界強度 (V/m), 電力密度 (mW/cm ²)	61V/m 1mW/cm ²	61V/m※2 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	12V/m 0.04mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²

※2 電界強度の規定がないため、電力密度値から換算。

5

事前質問 電磁波の性質

- 電磁波の影響は1世代だけでなく、遺伝するのでしょうか？
- 電磁波はどのような物から発生するのですか？新幹線、モノレール、鉄塔なども含まれますか？
- ラジオと携帯電話の電磁波について、健康影響の違いを教えてください。

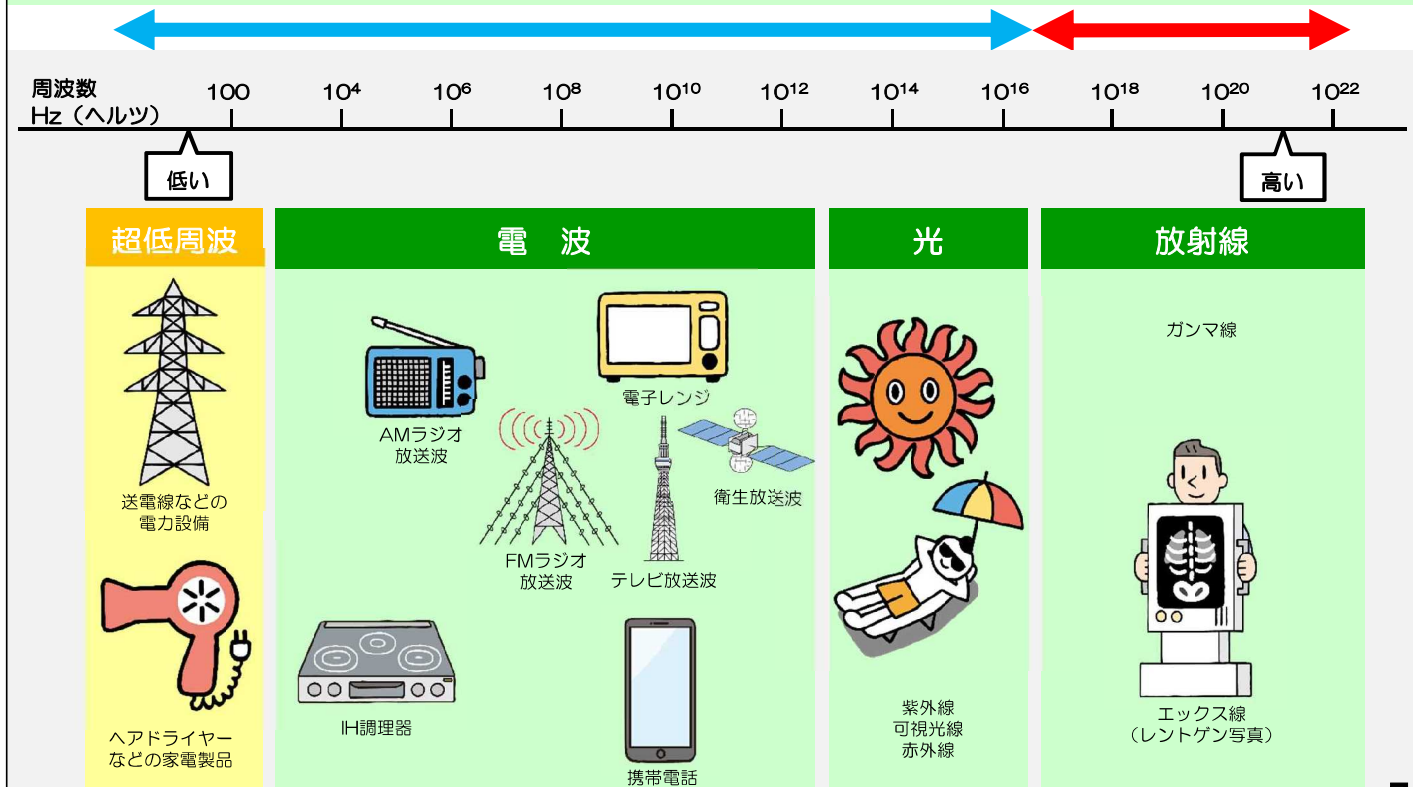
講演5の中で説明しました。

予稿集50ページ スライド2～3

6

電磁波の種類

非電離放射線 -VS- 電離放射線



7

名称	周波数	波長	主な発生源 (例)
静電磁界	0 Hz	(無限大)	地磁気、磁気共鳴画像撮影装置 (MRI)、鉄道
超低周波電磁界	0 Hz ~ 300 Hz	1000 km~	家電製品、電力設備 (50 Hz、60 Hz) 鉄道 (0~300 Hz) 電子商品監視装置 (EAS) (200 Hz~14 kHz)
中間周波電磁界	300 Hz ~ 10 MHz	30 m ~ 1000 km	IH調理器 (20~90 kHz) 鉄道 (300 Hz~20 kHz) 電子商品監視装置 (EAS) (200 Hz~14 kHz、22~37.5 kHz、58 kHz、1.8~8.2 MHz) 電子タグ (135 kHz以下) 放送局・通信設備 (数百 kHz~) ワイヤレス充電器 (85~205 kHz)
高周波電磁界	10 MHz ~ 300 GHz	1 mm ~ 30 m	非接触ICカード (13.56 MHz) 電子タグ (13.56 MHz、300 MHz、920 MHz、950 MHz、2.45 GHz) 医用テレメータ (400 MHz) 携帯電話基地局 (700 MHz~数十 GHz) スマートメーター (920 MHz) 放送局 (~数百 MHz、10~数十 GHz) 電子レンジ (2.45 GHz) ETC (5.8 GHz) 車載レーダー (24 GHz、76-77 GHz) 各種無線機器 (~数十 GHz)

*1 kHz=1,000 Hz (千ヘルツ)、1 MHz=1,000,000 Hz (百万ヘルツ)、

8

分類		名称		周波数	波長	主な用途
非電離放射線	静電磁界	静電磁界		0Hz	-	直流電力設備、鉄道（直流） 磁気共鳴画像撮影（MRI）
	超低周波	超低周波		1Hz～300Hz	1000km以上	電力設備、家電製品（50/60Hz）
	中間周波	極超長波		300Hz～3kHz	100km～1,000km	鉱山での通信
		超長波		3kHz～30kHz	10km～100km	IH調理器（20～90kHz） 潜水艦用通信
		長波		30kHz～300kHz	1km～10km	IH調理器（20～90kHz） 船舶航行用ビーコン
		中波		300kHz～3MHz	0.1km～1km	AMラジオ放送
		短波		3MHz～10MHz 10MHz～30MHz	30m～100m 10m～30m	国際放送 ICカード
	高周波（電波）	超短波		30MHz～300MHz	1m～10m	FMラジオ放送 航空管制
		マイクロ波	極超短波	300MHz～3GHz	0.1m～1m	テレビ放送、電子レンジ 携帯電話、無線LAN
			センチ波	3GHz～30GHz	1cm～10cm	衛星放送（BS・CS）、携帯電話、 無線LAN
			ミリ波	30GHz～300GHz	1mm～10mm	自動車衝突防止レーダー ボディスキャナ
		サブミリ波		300GHz～3THz	0.1mm～1mm	電波望遠鏡

9

事前質問 電磁波の健康影響①

- 強い低周波の電磁波を長時間あびると、体にどのような影響が生じるのでしょうか？
- 電波は脳や身体に健康影響があるのでしょうか？がん等の具体的な症例があれば教えてください。
- 電磁波の影響は年齢との関係があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集55～57ページ スライド12～16

79ページ スライド60、83ページ 68スライド

10

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

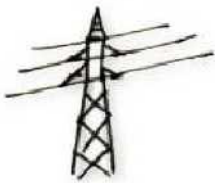
100 kHz
(10万Hz)

熱作用

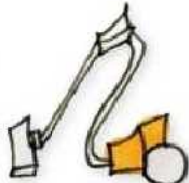
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



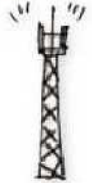
IH調理器



電子レンジ



スマホ



携帯基地局

低周波磁界の生体作用

磁界



電流

非常に強い磁界にさらされると、体内を流れる生理的な電流以上の電流が誘導され、神経が刺激されるので、これは望ましくない。

「磁気閃光現象」

国際的なばく露ガイドライン

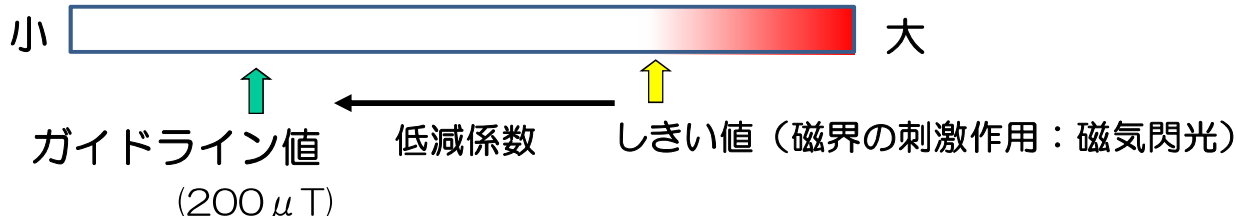
ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）2010年

日本では、ICNIRPのガイドライン値（50Hz, 60Hz いずれも $200\mu T$ ）を電力設備から発生する**磁界**規制値として導入。

〔電気設備技術基準省令 第27条の2〕（2011年）

公衆のばく露

周波数	電界 (kV/m)	磁界 (μT :マイクロテスラ)
50 Hz	5.0	200
60 Hz	4.2	200



13

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織に与える熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数に於いては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、取またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ホフマンの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界は、健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は収集されていません。さらには、電磁界は、胃と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界は、癌による潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探索してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に及ぼすような相互作用が明らかになっていないため、抽出できないため、また、携帯電話は1990年代初期まで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い観察期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的な低レベルのリスク上昇がないことを示しています。

最新の大型規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までで最大規模の成人を対象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した13カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10年以上の携帯電話使用に伴う神経腫瘍および聴神経腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の「貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位10%に入った人々において、神経腫瘍のリスク上昇が観察されました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の堅固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

車としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」(グループ2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する十分な証拠を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と13年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

14

リスク評価のスケジュール

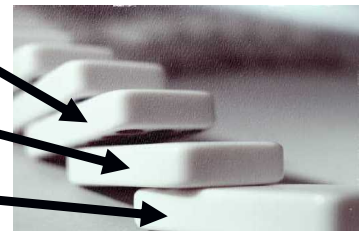
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



15

事前質問

電磁波の健康影響②

- 電磁波の種類ごとに短期的、長期的なばく露の影響を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集83ページ スライド69

84ページ スライド70

16

①強い低周波磁界の短期的ばく露影響

「強い低周波磁界を浴びるとどうなるの？」

↓
神経への刺激作用が科学的に立証されています。

↓
刺激作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い低周波磁界の長期的ばく露影響

「弱い磁界でも長く浴びていたら病気になるの？」

↓
WHOは疫学での小児白血病との関連性は認めていますが、
因果関係を否定しています。

↓
WHOは疫学での小児白血病増加を示す
磁界の値を規制値にすることを否定しています。

17

①強い高周波（電波）の短期的ばく露影響

「強い電波を浴びるとどうなるの？」

↓
熱作用による影響が科学的に立証されています。

↓
熱作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い高周波（電波）の長期的ばく露影響

「携帯電話からの弱い電波でも
長く浴びていたら脳腫瘍になるの？」

↓
現在WHOがその可能性を評価中です。ばく露防護ガイドライン
では長期的影響は科学的根拠が弱いので考慮されていません。

18

事前質問

電磁波の健康影響③

- 家の中や屋外で電磁波の健康影響が生じやすい場所はどこでしょうか？

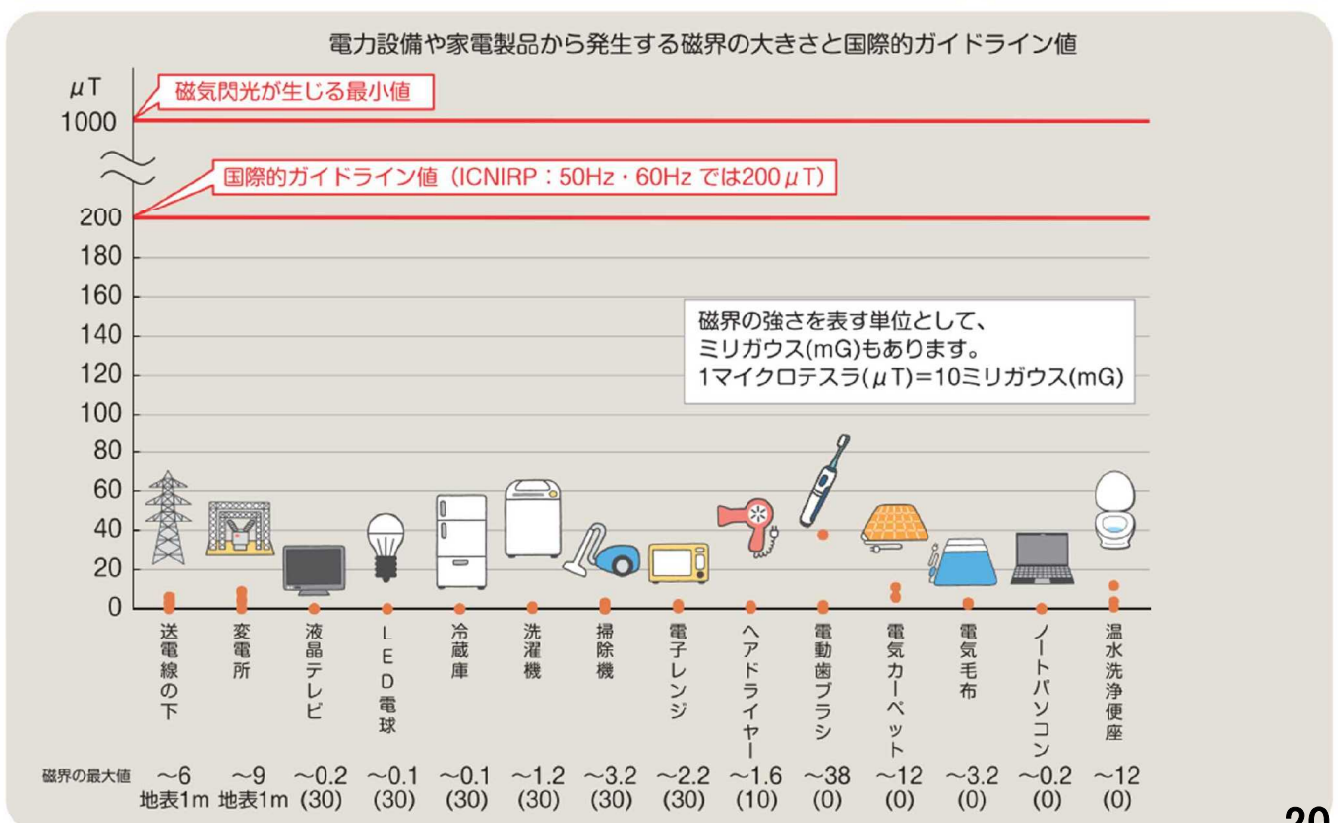
講演5の中で説明しました。

予稿集57ページ スライド17

19

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



20

- 集合住宅に入居して6カ月後から頭のふらつきの症状が出ています。電磁波の影響でしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド79

21

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。**現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。**こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

患
つ
て
れ

22

事前質問

電磁波の健康影響⑤

- 病気を罹患した状態で電磁波を発生する機器を使用しても影響はないのでしょうか？

何らかの電磁波を用いた医療機器の使用についてのご質問だと思います。

指針値を超えるレベルの電磁波を発生する医療機器も多く存在しますが、適切な治療を受けることによる受益はあると考えます。

ご心配であれば、担当の医師にご相談ください。

23

事前質問

携帯電話等の電磁波

- スマートフォンやスマートウォッチ等は体に接触して使用しますが、電磁波の健康影響はないのでしょうか？
- 毎日長時間、タブレットで音楽を聞いています。健康影響はあるのでしょうか？
- スマートフォンの電磁波の影響が出ない使用時間や身体からの距離を教えてください。
- 睡眠時はスマートフォンをどの程度離して置けば良いのでしょうか？

事前質問

携帯電話等の電磁波

- ・ スマートフォンの充電中は強い電磁波が出ると聞きますが、どれくらいでしょうか？
- ・ 夜中に目覚めた時、手をついた所が次々と光ることがあります。枕元に置いたスマートフォンの電磁波の影響でしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集79ページ スライド60

83ページ スライド68

WHOファクトシート集

「携帯電話」1～3ページ

「基地局および無線技術」44～46ページ

25

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」

WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいがい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織に与える熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数は、RF の大部分は皮膚やその他の表面の組織に吸収され、その結果、取またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ホフマンの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界は、健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は収集されていません。さらには、電磁界は、自己申告の身体症状または「電磁過敏症」との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界は、がんによる潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探求してきました。しかしながら、多くのがんは、腫瘍に及ぼすような相互作用が明らかになってから長い年数を要するまで検出できないため、また、携帯電話は1990年代前半で普及していたため、現時点での疫学研究は、比較的短い追跡期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的な曝露でがんリスク上昇がないことを示しています。

最新の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までの最大規模の成人を対象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんの関係があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した13カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10年以上の携帯電話使用に伴う神経腫瘍および聴覚神経腫瘍のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の「貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上段10%に入った人々において、神経腫瘍のリスク上昇を暗示するものがありました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の堅固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

車としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるか不明な」(グループ2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する十分な確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と13年より長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

リスク評価のスケジュール

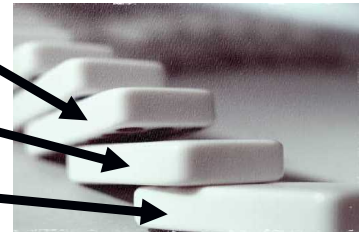
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



27

事前質問

子供への健康影響

- 携帯電話の電磁波について、特に子どもへの健康影響を教えてください。
- 子供が多発円形脱毛症です。常にスマートフォン等を利用していますが、電磁波の影響でしょうか？

事前質問

子供への健康影響

- 教育現場では1人1台のタブレット配布が進んでいますが、子どもは電磁波の影響を受けやすく、ネット依存で生活サイクルが乱れる、また目への影響は顕著で、斜視になりやすいと聞きます。そのほか、タブレットの使用で体調不良を訴える声もあり、大人でも電磁過敏症を訴えている人がいると聞きます。健康影響がないという証拠がない限り、導入は一度ストップした方がよいのではないのでしょうか？

29



Frequently asked questions
on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)

欧州委員会 SCENIHR報告書 2015年1月 「最終提言 - 電磁界へのばく露の潜在的健康影響」

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf

「4.2.1.4 不妊症、生殖、および幼児期の発達」について



「非熱的なばく露レベルの電波からの生殖及び発達への悪影響はないと結論付けていた。より最近のヒト及び動物でのデータを含めても、この評価に変更はない。子どもの発達と行動学的問題についてのヒト研究には、相反する結果と手法上の限界がある。ゆえに、影響の証拠は弱い。妊娠中の母親の携帯電話使用からの胎児のばく露の影響は、胎児のばく露が非常に低いため、ありそうにない。男性の生殖能力についての研究は質が低く、証拠をほとんど提示していない。」

30

リスク評価のスケジュール

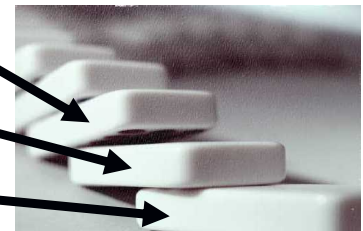
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界(電波)



INTERPHONE 研究 (否定)	2010年
IARC 電波の発がん性評価 (2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



31

WHOが国際疾病分類 (ICD-11)を改定 「ゲーム障害」 2018年6月18日



- ゲーム時間をコントロール出来ない
- ゲーム以外の出来事（学校・家族・社会）や関心事の優先度が低下
- 日常生活に支障が生じてもゲームを優先する

このような状況が12ヶ月（深刻な場合はもっと短期間）以上続くと「ゲーム障害」と認定。医師による治療が求められる。

<https://www.who.int/standards/classifications/frequently-asked-questions/gaming-disorder>

32

Video gamers risk permanent hearing loss

Video gamers worldwide may be risking irreversible hearing loss and/or tinnitus—persistent ringing/buzzing in the ears— according to an article in the BMJ Public Health.

<https://www.who.int/news/item/17-01-2024-video-gamers-worldwide-may-be-risking-irreversible-hearing-loss-and-or-tinnitus>



Health Topics ▾

Countries ▾

Newsroom ▾

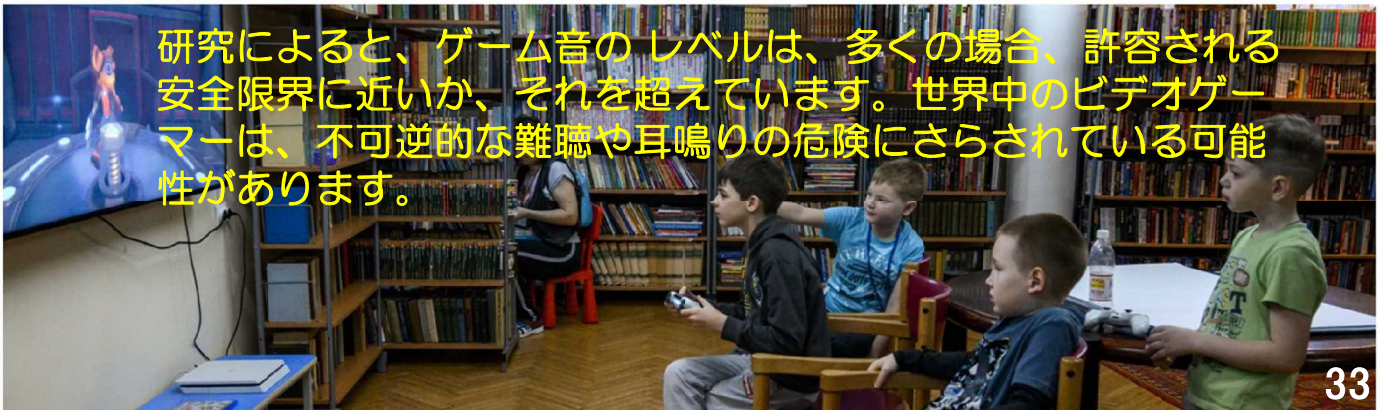
Emergencies ▾

Data ▾

About WHO ▾

2024年1月

Home / News / Video gamers worldwide may be risking irreversible hearing loss and/or tinnitus



事前質問 胎児への健康影響

- 電磁波は胎児に影響を与えないのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集89ページ スライド80

生活環境と労働環境には、（中略）多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

妊娠の結果に対する影響

生活環境と労働環境には、コンピュータ画面、ウォーターベッドと電気毛布、無線周波の溶接機、高周波温熱治療装置、レーダなど多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

35

5Gは健身影響がありますか？

事前質問

第5世代移動通信システム

- スマートフォンが4Gから5Gに変わると健康影響が増えるのでしょうか？
- 携帯電話の5Gは身体や脳に健康影響があるのでしょうか？
- 5Gは身体への影響がありますか？

講演5の中で説明しました。

予稿集75ページ スライド53

36

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」 に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

37

事前質問

基地局の電磁波①

- 職場の屋上に携帯電話の基地局が設置されています。健康影響はあるのでしょうか？
- 住居から30m離れたところに5Gアンテナの設置計画がありますが、健康影響はあるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集73ページ スライド49
WHOファクトシート集44～46ページ

38

WHO ファクトシート No. 304

「基地局および無線技術」

ファクトシート集46ページ

公衆のリスク認知

一部の人は、RF ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の傷害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観的懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHO の取り組み

WHO は、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をモニタし、0-300 ギガヘルツの電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の傷害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を同定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに応え、各国政府および研究組織は、過去 10 年にわたり、2 億 5 千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、**基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

39

事前質問

基地局の電磁波②

- 携帯電話基地局の真下と、発する電波の指向性のピーク地域ではどちらがどの程度、電磁波が強いのでしょうか？

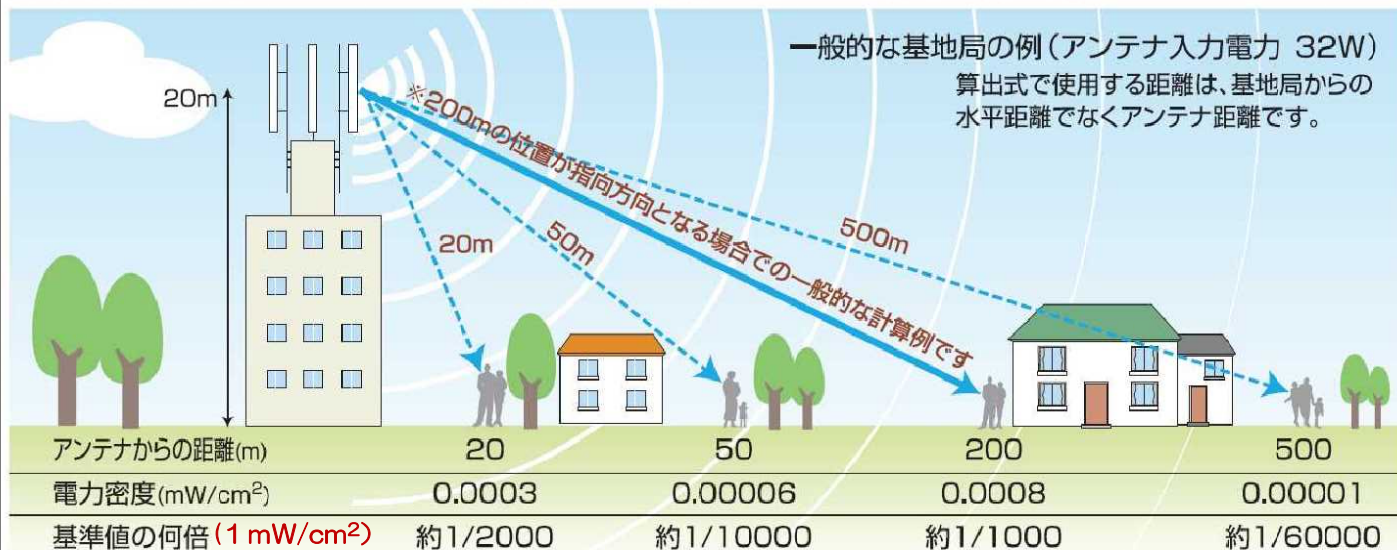
40

携帯電話基地局からの電波

総務省パンフレットより

https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/body/emf_pamphlet.pdf

携帯電話基地局のアンテナから発射される電波の地上での電力密度の例



41

事前質問

Wi-Fiの電磁波

- フランスでは小学校でWi-Fiを禁止する規制があるという話を聞きました。諸外国の規制とその解釈について教えてください。

42

「電磁波ばく露の抑制、透明性及び協議に関する法律」 2015年2月10日

<https://www.jeic-emf.jp/academic/info/2920.html>

- 小学校の教室では、本法律の発効後に設置される無線アクセス装置は、教育的デジタル活動での使用時以外はオフにすること。
- 小学校で無線ネットワークを新たに設置する場合、学校委員会に事前に知らせること。

電波防護に関する指針値の国際比較

(2.4GHz及び5GHzに適用される指針値(公衆ばく露))

	物理量 [単位]	日本	米国	EU (仏国等)	中国	韓国	ICNIRP 2020	IEEE C95.1- 2019
局所 ばく露※1 (頭部・体幹)	比吸収率 (SAR) [W/kg]	2 (10g平均)	1.6※3 (1g平均)	2 (10g平均)	2 (10g平均)	1.6※3 (1g平均)	2 (10g平均)	2 (10g平均)
全身 ばく露※2	電界強度 [V/m]	61	61※4	61	12 (2.4GHz) 16 (5GHz)	61	61※4	61※4
	電力密度 [mW/cm ²]	1	1	1	0.04 (2.4GHz) 0.7 (5GHz)	1	1	1

※1 「局所ばく露」は、携帯電話端末、タブレットなど、人体に極めて近接して使用される場合を想定している。

※2 「全身ばく露」は、局所に偏らず全身に電磁界にさらされる場合を想定している。

※3 米韓の比吸収率は、それぞれANSI/IEEE C95.1-1992、IEEE C95.1-1999に基づいている。

※4 電界強度の指針値がないため、電力密度からの換算値である。

科学的根拠に基づいて、WHOは電磁波の健康リスク評価を行っています。リスク管理は、ICNIRP、IEEEが国際的な電磁波へのばく露防護ガイドラインを作成しています。

これらの国際ガイドラインには強制力はなく、採用するか否かは、各国政府が決定しています。日本は基本的にICNIRPが提唱するばく露制限値を採用していますが、全ての国がこれらを採用している訳ではありません。規制のない国もありますし、これらの制限値よりも厳しい規制値を採用している国もあります。

また、国際ガイドラインの制限値も見直されているため、それ以前に定められた各国の制限値が国際ガイドラインに一致していないこともあります。

45

電磁波のうち磁界による健康影響はあるのでしょうか？

事前質問

電力設備の電磁波

- 発電設備（原子力・火力・水力・風力）、変電所、送電線（架空・地中）、配電線（柱上変圧器）等からの電磁波は、設備毎に健康影響が異なるのでしょうか？
- 変電所周辺や送電線付近の住民にはがん等の健康影響があるのでしょうか？
- 電磁波のうち磁界による健康影響はあるのでしょうか？

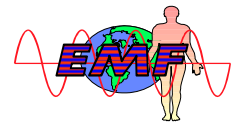
講演5の中で説明しました。

予稿集 62ページ スライド27、63ページ スライド28

ファクトシート集47～48ページ

46

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを基礎とします（ELF電界以外の例にはコーヒーや冷感蒸気があります）。このように分類された根拠は、疫学研究のプール分析で、0.3~0.4 マイクロテスラを上回る居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、獲得バイアスの可能性など手法上の問題によって弱まっています。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するよう疫学的メカニズムとして正当化されたものはありません。要するに、もしこのように、レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとするならば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、**これらの論文を考慮すれば、小児白血病に関連する証拠は因果関係を結ぶには弱いものではありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が0.3 マイクロテスラを上回ることとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2~4.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病リスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電界ばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**ELF電界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**

（中下段 黄色マーク）

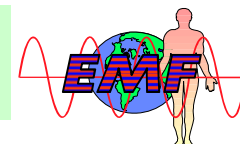
その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

疫学で示す0.4 μ Tを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

47

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

48

事前質問 家電製品の電磁波①

- 家電製品からの電磁波の健康影響を教えてください。
- 電子レンジ、ドライヤー等の電磁波は安全なのでしょうか？
- ホットカーペット等の暖房器具は長時間使用しますが、健康影響はあるのでしょうか？

次ページに続きます

49

事前質問 家電製品の電磁波①

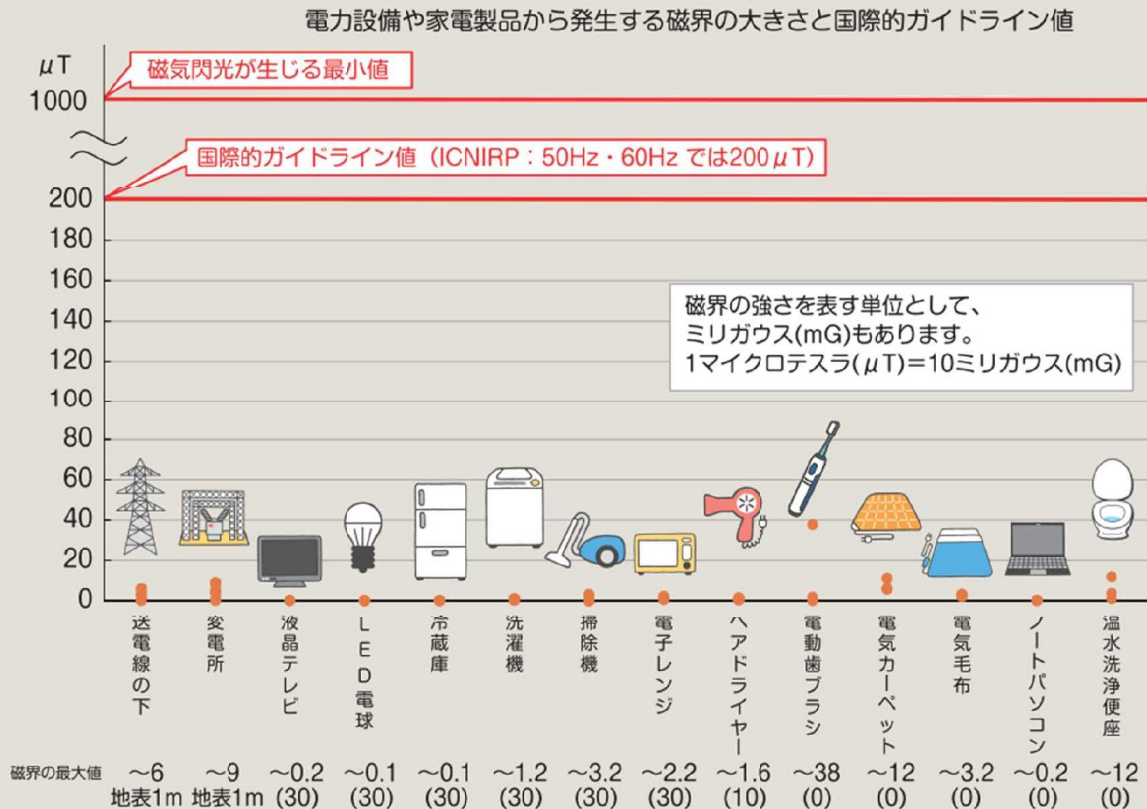
- パソコン等の電子機器は健康影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。
予稿集57ページ スライド17

50

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



51

事前質問 家電製品の電磁波②

- 家電製品は使用していなくてもコンセントに繋がっているだけで電磁波が出ているのでしょうか？
- スマートフォンの充電器はコンセントに挿したままだと健康影響があるのでしょうか？

電気が流れていれば電磁波は発生していますが、健康影響があるとは思えません。

52

事前質問

IH調理器の電磁波

- IH調理器の電磁波は健康影響があるのでしょうか？

予稿集65～67ページ 33～36スライド
WHOファクトシート集56～59ページ

53

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

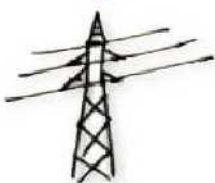
100 kHz
(10万 Hz)

熱作用

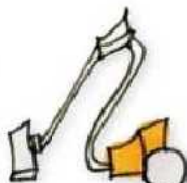
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器

(2-9万 Hz)



電子レンジ

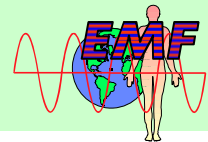


スマホ



携帯基地局

54



超低周波電磁界（ELF、これには交流電力周波数が含まれます）および無線周波電磁界（RF、これには移動電話通信が含まれます）と比べ、IF電磁界の影響に関する研究はこれまでほとんど行われていませんでした。しかし、科学的証拠からは、生活環境および労働環境で普通に見られる IF 電磁界へのばく露により健康への有害な影響が生じることの確信は得られていません。このような結論は、部分的には IF 電磁界を用いた研究に、そしてまた IF 電磁界はその周波数によって ELF および RF 電磁界と同じように身体に作用するという事実に基づいています。

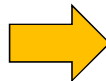
国際基準

ICNIRP は WHO が正式に承認した独立の科学委員会であり、0-300 ギガヘルツの周波数範囲の全ての電磁界に対するばく露制限のガイドラインを公表しています。IF 範囲のばく露ガイドラインは、外部電磁界と身体とのカップリングおよび生物学的影響の周波数依存性を前提として、有害な健康影響の可能性に関する科学的文献を慎重にレビューすること、および「ELF」と「RF」の周波数範囲から制限値を外挿することによって確立されました。

今後の課題

科学的証拠によれば、ICNIRPのガイドラインを上回るばく露レベルの IF 電磁界に対するどのような健康リスクも示唆されていません。しかし現在の知見に対する不確かさを軽減するために、より一層質の高い研究が必要です。今後、以上の主要分野について研究されることが確認されています。

- **疫学研究**：大規模なコホート研究によって、ある程度ばく露レベルが高い集団において高品質のばく露データの収集が実施可能であることが実証され、その結果、十分な統計的検出力が得られ、かつ重要な健康影響が同定された場合には、疫学研究を検討することが推奨されます。
- **ばく露評価**：現在の労働環境および生活環境における電磁界のばく露の大きさと種類について、より明確にその特徴を示すことが必要です。IF 電磁界が使用されている産業および他の労働環境においては、設備が適切に遮断され、かつばく露ガイドライン値を超えていないことを確保するために、定期的検査の実施と記録を行わなければなりません。
- **動物実験**：今後の動物実験は、産業その他の発生源からの人体ばく露と同様のばく露条件を用い、さらに高いばく露レベルについても探検するのがよいでしょう。もし、動物実験において特定の疑わしい作用の道筋が同定された場合には、どのように IF 電磁界が身体に作用するかを明らかにするための細胞レベルまたは生体組織レベルの研究を行うことによって、このような動物実験を補足することになるでしょう。
- **生物学的相互作用**：ばく露ガイドラインの改良、特にパルスまたは複雑な波の電磁界に関するばく露ガイドラインの改良のために、生物学的相互作用と健康障害の関連について包括的な理解を深めることが必要です。
- **ドクトラ・コンピュータ**を用いたモデル化技術が出現して、IF 電磁界にばく露された人体内に誘導される電磁界を計算値で示すことが可能になりました。最も先進的な手法では、解剖学的に実物に近い人体模型を計算に用いています。そのような手法は特にリスク評価に適しており、IF 電磁界測定値がばく露制限値を満たすかを、一貫性をもって試験をします。そのような評価の際に、必要に応じて女性と子供の人体模型を用いることも考慮することが重要です。



今後の課題

科学的証拠によれば、国際的なガイドラインを下回るばく露レベルの中間周波電磁界によるどのような健康リスクも示唆されていない**ません。しかし現在の知見における不確かさに取り組むために、より一層質の高い研究が必要です。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

居室における中間周波電磁界に関する研究

厚生労働科学研究費補助金事業 平成21-24年度

研究代表者 大久保 千代次

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

居室における中間周波電磁界に関する研究

平成21年度～24年度 総合研究報告書

多氣 昌生 首都大学東京 教授

石井 一行 明治薬科大学 教授

小笠原裕樹 明治薬科大学 准教授

池畑 政輝 鉄道総合技術研究所 主任研究員

吉江 幸子 鉄道総合技術研究所 副主任研究員

樺田 尚樹 国立保健医療科学院 部長

牛山 明 国立保健医療科学院 上席主任研究官

鈴木 敬久 首都大学東京 准教授

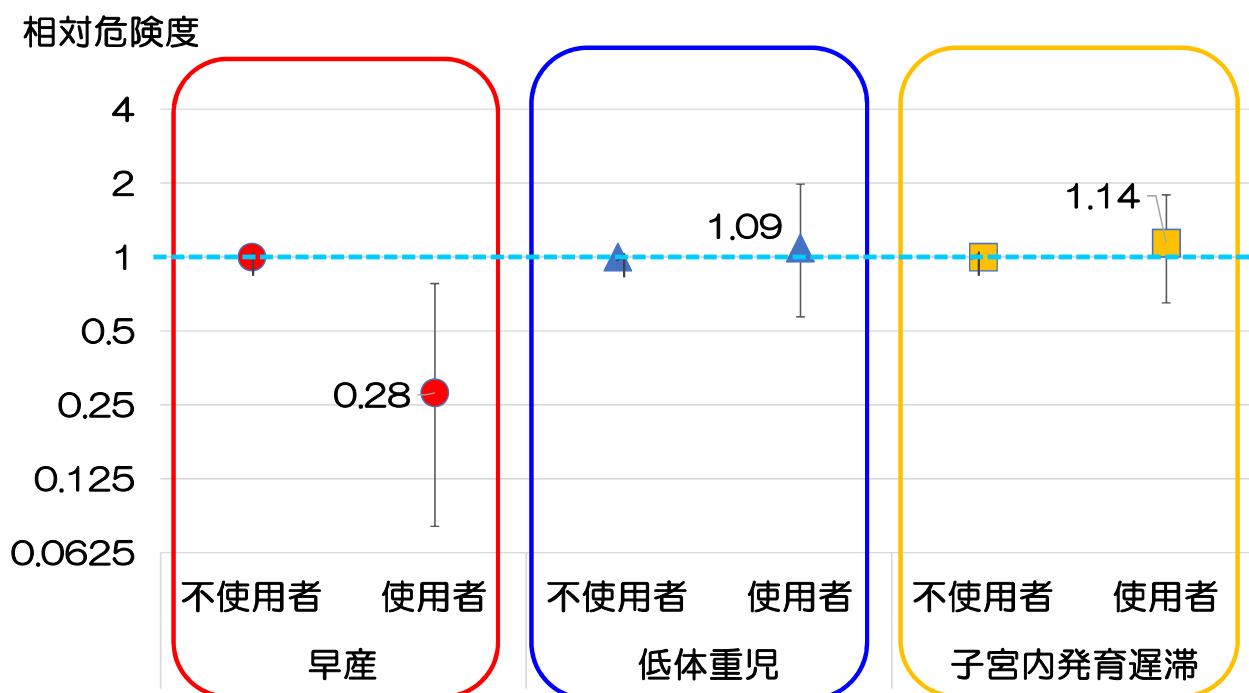
和田 圭一 首都大学東京 准教授

IH調理器使用を想定した中間周波電磁界の生物学的ハザードは確認できないと言えます。

妊娠中のIH調理器使用と胎児の疫学

1565組の親子が調査対象

Tokinobu他(愛媛大) Bioelectromagnetics 2021



57

事前質問

電子レンジの電磁波

- 電子レンジの電磁波は健康影響があるのでしょうか？
- 電子レンジの使用中に電磁波の漏えいはないのでしょうか？
- 電子レンジで加熱した食材は安全面に問題はないのでしょうか？

予稿集67～68ページ スライド37～39
WHOファクトシート集 60～62ページ「電子レンジ」

58

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

刺激作用

②中間周波

100 kHz
(10万Hz)

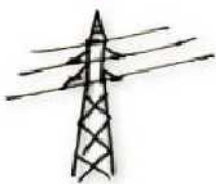
③高周波(電波)

熱作用

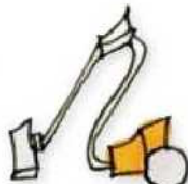
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ

2.45 GHz



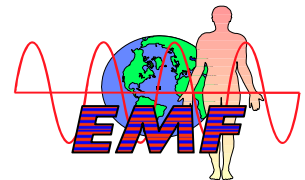
スマホ



携帯基地局

59

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



60ページ

WHO 国際電磁界プロジェクト
情報シート
2006年2月

電磁界と公衆衛生

電子レンジ

マイクロ波とは？

マイクロ波とは、高い周波数の電磁波（無線電波）であり、可視光（光）と同様に電磁スペクトルの一部です。マイクロ波は、携帯電話、衛星通信、航空機用レーダー、携帯電話を含む通信に利用されています。また、工業では材料の加工に、医療ではデジタルイメージングに、宇宙では電磁波の観測に利用されています。

マイクロ波は、光と同じように、物質により反射、吸収または透過されます。金属はマイクロ波を完全に反射しますが、ガラスや一部のプラスチック類などの非金属材料はマイクロ波を透過させます。

水分を含む物質、例えば、食物、液体または組織などはマイクロ波エネルギーを直ちに吸収し、吸収されたエネルギーは熱に変換されます。この原理は、家庭で使用されている電子レンジについて、その働きおよび安全上の問題を論じます。電磁界の性質、無線電波およびマイクロ波電磁界の健康への影響に関するさらに詳しい説明は、WHOファクトシート182および183に書かれています。

電子レンジは安全か？

メーカーの取扱説明書に従って使用する限り、電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利ですが、いくつかの用心しなければならないことがあります。特に、マイクロ波が火災の危険性、熱傷、食品の損傷に関与して事故の原因となる可能性があります。

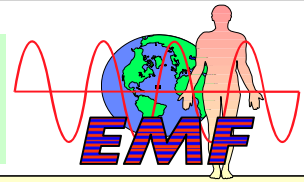
マイクロ波の安全性：電子レンジは設計により、マイクロ波がレンジの内部に閉じ込められるように、金属製のスクリーンが取り付けられています。このスクリーンは、マイクロ波を吸収または反射し、レンジの外部に漏れ出すのを防ぎます。また、レンジの扉は、マイクロ波が漏れ出すのを防ぐように設計されています。ただし、電子レンジに傷、汚れ、改造があると、マイクロ波が漏れ出す可能性があります。したがって、電子レンジを良好な状態に保つことは重要です。使用者は、扉が正しく閉まることを、およびインターロック安全装置（扉が開いている間はマイクロ波を発生させない装置で扉に取り付けられています）が正しく働くことをチェックしましょう。扉の密封シール材は劣化していないように、密閉シール材または電子レンジの外部に目につく傷がないようにしましょう。何らかの問題が疑われる場合は電子レンジの一部が損傷している場合には、適切な資格を持つ修理業者が修理するまで使用を控えるべきです。

マイクロ波エネルギーは人体に吸収され、ごく低レベルの組織内に熱を発生させます。組織の温度は血液循環と温度調節が速い器官、または単独の温度に敏感な組織は、熱による損傷のリスクが高いです。しかし熱損傷は、電子レンジの周囲で測定されるレベルを十分に上回る非常に高い電力レベルに長時間曝露された場合にのみ起こる可能性があります。

電子レンジは安全か？

電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利です。

マイクロ波の安全性：ガラス製の扉周りからの、および扉を通り抜けてのマイクロ波漏れは、国際的な基準の推奨レベルより十分に低いレベルを限度とするように設計されています。



61ページ

食品の安全性と誤解

熱的安全性: 電子レンジで加熱された食品の熱に耐えることで、従来のオーブンやホットプレートで加熱されたものと同じように熱傷を起こすことがあります。一方、電子レンジでの食品加熱には有害な成分がいくつもあります。従来のオーブンで水を沸かす場合、沸騰し始めるときに気泡ができることで蒸気を逃がすことができます。電子レンジの場合、食品の内部に気泡ができずに水が沸騰以上に過熱され、突然に沸騰することがあります。このような過熱の沸騰は、お湯の中の1個の泡、または外からスプーンなどを入れていることが引き金となり起きることがあります。これでは過熱水による温度の熱傷が起きています。

もう一つのマイクロ波調理に特有な点は、特定の食品の熱に対する反応に関わるものです。表面が多孔状でないもの（ホットドッグなど）または加熱速度が異なる物質でできているもの（例えば卵の黄身と白身）は加熱が均一でなく、爆発することがあります。このような爆発は、卵や菓子を破けるような調理した状況に起こります。

食物の安全性: 食物の安全性は健康に関わる重要な問題です。電子レンジ内での加熱速度は、電子レンジの定格電力および加熱される食品の水分含有量、密度、分岐によって異なります。厚みがある食品にはマイクロ波エネルギーが十分に浸透せず、一部に調理されないことがあります。もし食品が部分的に十分に加熱されないために潜在的に危険性のある微生物を死滅させることができない場合、これは健康リスクになります。一部に調理されていない可能性があるという点でも、電子レンジで加熱した食品は、調理終了後に数分間そのまま置いておけば、食品全体に熱が行きわたらせることができます。

電子レンジで調理された食品は、従来のオーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。この2つの調理方法の大きな違いは、マイクロ波エネルギーの力が食品に深く浸透し、食品全体に熱が伝わる時間が短縮されるため、全体の調理時間が短縮されることです。

哺乳瓶などを殺菌できるように設計されているのは決まった種類の電子レンジのみです。このような利用の仕方については、メーカーの取扱説明書に後述します。

誤った理解を避けるために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。 また、電子レンジのスイッチを切った後、レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。この点に関しては、ちょうど電球を消した時に光が残らないように、マイクロ波の振動の周りは光と光と同じです。

電子レンジの動作のしくみ

家庭用電子レンジは一般に 500~1100 ワットの電力で 2450 メガヘルツで動作します。マイクロ波はマグネトロンと呼ばれる電子管によって生成されます。電子レンジのスイッチが入ると、マイクロ波はレンジ庫内に伝わり、回転用のファンで反射されて全方向に伝播します。マイクロ波は金属製の内壁で反射されたり、食品に吸収されたりします。一般的にはレンジ庫内のターンテーブルの上に食品を置くことで食品が均一に加熱されるようになっています。マイクロ波エネルギーを吸収した水分子は振動し、その分子間の摩擦で加熱が生じ、その熱で食品が調理されます。

従来のオーブンと違い、マイクロ波は食品にだけ吸収され、その周囲のレンジ庫内には吸収されません。マイクロ波調理専用で設計された皿や容器のみを使用しましょう。電子レンジに耐えないプラスチックなど一定の材料は、過熱すると溶けたり、熱え上ったりします。

電子レンジで調理された食品は、従来のオーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。

誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。（略）レンジ庫内にも食品にも**マイクロ波エネルギーが残存することはありません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

61

事前質問 スマートメーターの電磁波

- スマートメーターから電磁波が出ていると聞きますが、健康影響を受けない方法や距離を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド78

WHOファクトシート集
「基地局および無線技術」46ページ

62

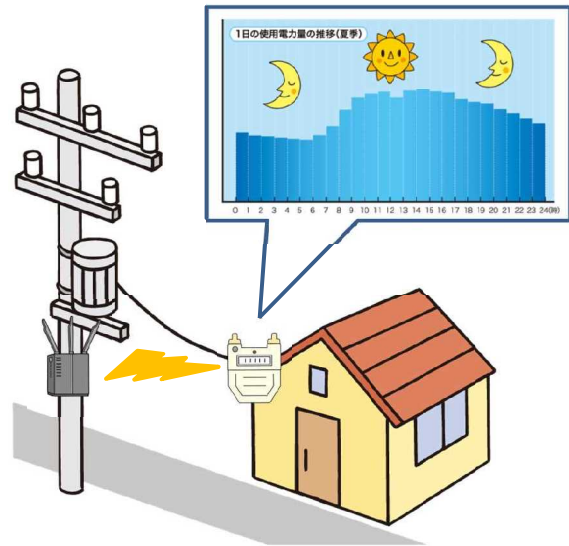
スマートメーターとは

通信機能を持たせた、次世代の電力量計。電気の使用量をリアルタイムに把握でき、様々なサービス等への応用が期待されています。

【平成25年6月閣議決定】2020年代早期に全世帯・全工場にスマートメーターを導入する。

【期待されるメリット例】

- 検針作業の効率化
- 新たなサービス提供
 - 需給状況に応じた電気料金設定
 - 警備や防災への活用
- 消費者自身が利用状況を把握
 - 省エネ・コスト削減
- リモート接続・切断



63

局所ばく露（携帯電話等端末）への規制

	局所の比吸収率（SAR）
胸部・頭部で熱的負担 管理環境（労働環境）	20W/kg
一般環境	10 W/kg
	2 W/kg

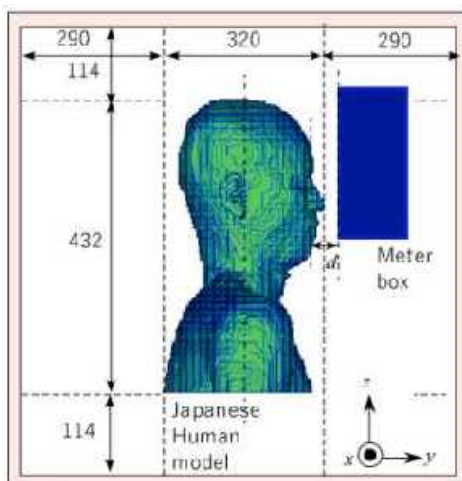


2倍厳しく規制

さらに5倍厳しく規制

十分な安全率（影響が現れる電波強度の10分の1）

スマートメータの通信に用いられる RF 電磁界の人体ばく露における数値モデルの構築と評価
椎名健雄, 山崎 健一 電気学会論文誌 Vol.140 No.4 pp.207-216 (2020)



Unit [mm]

スマートメータに人体の頭部が極めて近接するワーストケースとなるばく露条件における頭部内局所 SAR を数値計算による評価を行った。この結果、頭部のSAR は、人体とスマートメータモデルとの距離 3cm で、日本人成人男性および女性モデルに対して 10.3mW/kg および 9.2 mW/kg と計算された。この値は、人体防護ガイドラインの指針値（電波防護指針値と同等）の 1/200 以下であることが確認された。

64

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

65

事前質問

太陽光発電設備の電磁波①

- 住宅屋根の太陽光発電設備から発生する電磁波の健康影響について教えてください。
- 太陽光発電のパワーコンディショナから発生する電磁波と影響範囲を教えてください。

講演3、4の中で説明しました。

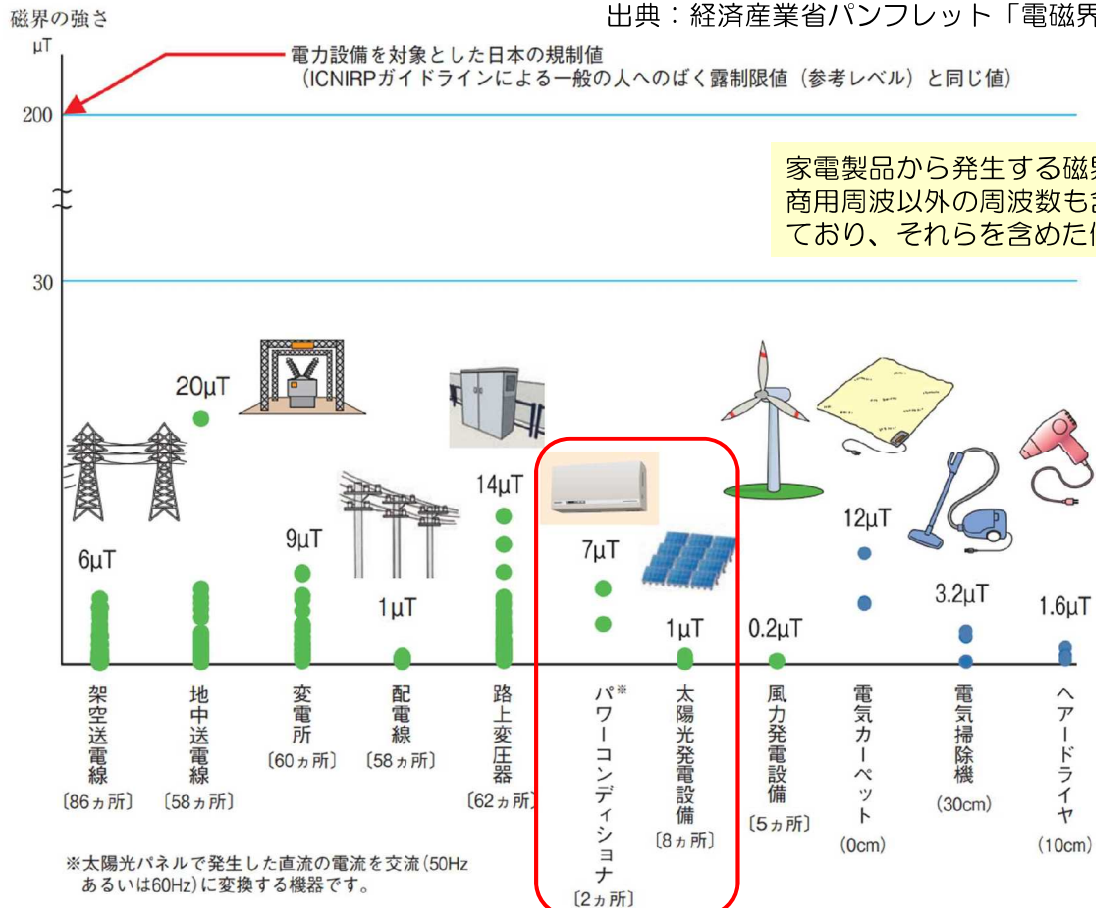
予稿集31ページ スライド4、

43ページ 8～9スライド

66

身のまわりの磁界の強さ

出典：経済産業省パンフレット「電磁界と健康」



67

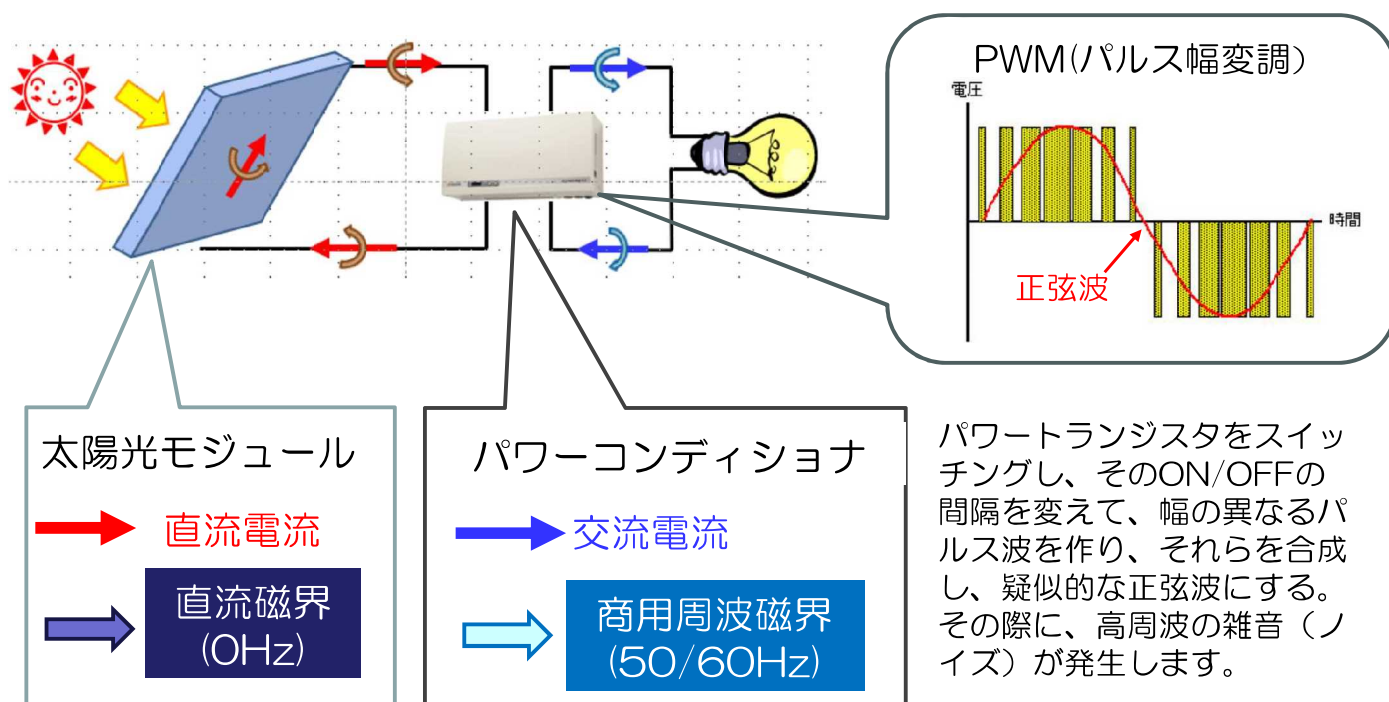
事前質問

太陽光発電設備の電磁波②

- 太陽光発電は直流から交流へ変換する際に、電磁波（雑音）が発生しますが、通信障害や健康影響はあるのでしょうか？

68

太陽光発電システムからの電磁波



69

太陽光発電システムからの電磁波

総務省では、太陽光発電システムからの電磁波（雑音）が無線通信に影響を与えた複数の事例を把握しております。こうした通信障害は、太陽光発電システムにノイズフィルタを挿入することなどによって解消できます。

このような雑音は、ラジオ受信機や高感度の通信機器にとっては無視できませんが、その出力は人体防護のガイドラインに比べると、きわめて小さく、人に健康影響を及ぼすことはありません。

70

事前質問

植込み型医療機器への影響①

- 植込み型心臓ペースメーカーを装着している場合の電磁波に関する留意点を教えてください。

講演 1 の中で説明しました。

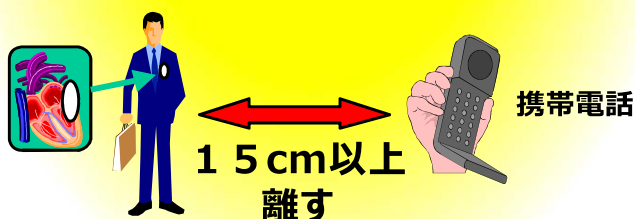
予稿集14～15ページ スライド18～21

71

各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針（一部抜粋）

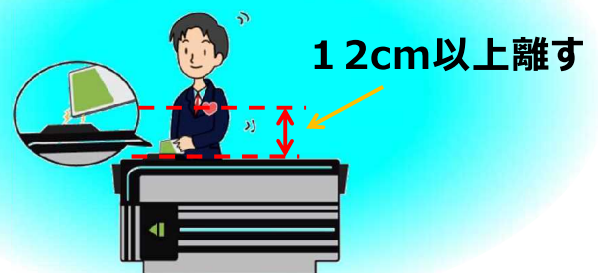
携帯電話端末

- 植込み型医療機器の装着者は・・・
装着部位から15cm程度以上離す
- 携帯電話端末の所持者は・・・
離隔距離が15cm程度以下になることがないように注意
15cm程度の離隔距離が確保できないおそれがある場合には、電波を発射しない状態に切り替えるなどの対処をすることが望ましい



国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G/W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。

ワイヤレスカードシステム （非接触ICカード）



電子商品監視（EAS）機器 （万引き防止装置など）

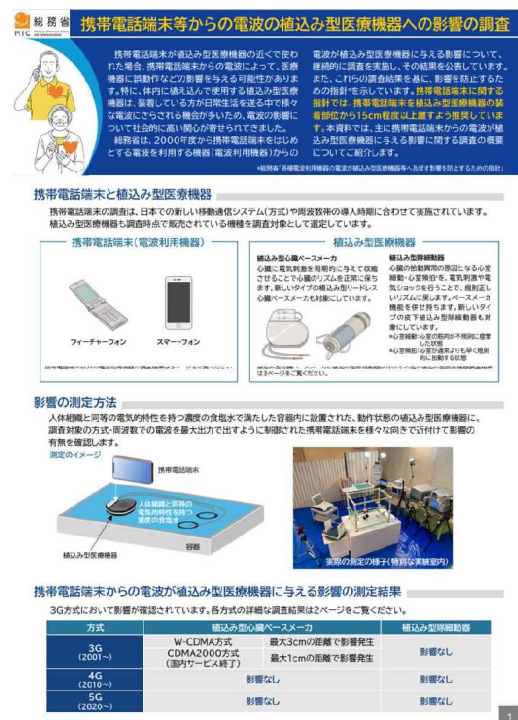


72

詳しくは、本日お配りしている資料をご覧ください。



<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/zentai.pdf>



https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/r4_appx_1_1.pdf



事前質問 植込み型医療機器への影響②

- 水力発電所の保守管理業務は巨大なタービンの側で行いますが、ペースメーカー装着者は、就業場所を変更した方が良いでしょうか？また、電磁波の測定はどこに依頼すれば良いでしょうか？そして、その測定結果で就業場所を判断（ペースメーカー誤作動の危険性がない）しても良いでしょうか？

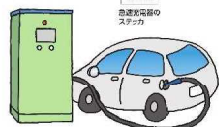
ペースメーカー、ICDをご使用のみなさまへ

ペースメーカー、ICD（植込み型除細動器）をご使用のみなさま
こんなときにはご注意ください！

充電器で電気自動車（プラグインハイブリッド車を含む）に充電するとき

電気自動車の普及とともに充電車の設置が進んでいます。充電器がベースメーカーのバージョン出力に一時均な影響を
与える場合があります（ICDでは影響が確認されていません）。「充電中」の充電スタンドや「充電中」の充電ケーブル
には近づかないでください。なお、充電スタンドにはステッカーが貼られており、距離をとってください。

【急速充電器】



- 電気自動車の急速充電器は使用しないでください。
- 急速充電器を操作する必要がある場合は他の方に
お願いしてください。
- 急速充電器を設置している場所には、可能な限り
近づかないでください。なお不意に近づいた場合
には、立ち止まらず速やかに離れてください。

【普通充電器】



- 電気自動車の普通充電器を使用する場合、充電中は充電スタンドや充電ケーブルに密着するような姿勢はとらないでください。

スマートキーシステム*搭載の自動車に乗車するとき

キーの差し込み操作なしでドアロックの開閉やエンジンの始動等ができる車が並んでいます。そのようなシステムが「搭載された車を利用するとより安全な運転が可能になる」と主張しているのは、アークが「アーク」

- 極込み部位を車載アンテナから22cm以上離してください。
- 駐車中の車に寄りかかったり圧着したりしないでください。
- ドアの開閉は必要以上に行わないでください。
- 停車中の車内に残る場合には、携帯キーを車外に出さないようにしておってください。



※アンテナの名称や構造・アンテナ位置等はメーカーや機種により異なりますので、詳細については各自動車会員の認定販売店窓口にお問合せください。

ペースメーカー/CRT-P、ICD/CRT-Dとは医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律で

定められた以下の一般名等で表される医療機器を指します。

①ペースメーカ：●精込み型心臓ペースメーカ ●経動脈経皮型精込み型両心室ペースシング(ルスジェネレータ(CRT-Pとも呼ばれている))

②ICD：●自動除細動型経動脈器 ●デュアルチャンバ自動精込み型経動脈器 ●経動脈器併付精込み型両心室ペースシングパルスジェネレータ(CRT-Dとも呼ばれている)

一般社団法人 日本不整脈デバイス工業会

●下記の場所*又は機器に近づくことは絶対に避けてください。強い電磁波がペースメーカー、ICDの作動に影響を及ぼし、場合によっては失神等を起こすことがあります。これらの機器又は場所に近づき、身体に異常（めまい、ふらつき、動悸等）を感じた場合、直ちにその場から離れてください。もし、身体に異常が回復しなければ、直ちに専門医の診察を受けてください。

【誘導型溶鉱炉、各種溶接機、発電施設、レーダー基地、強い電磁波を発生する機器等】

※ 通常一般の方の立ち入りはないと考えられますが、職業上でこれらの施設内に立ち入る場合は十分注意してください。

下記の場所又は機器に近づくことは絶対に避けてください。強い電磁波がペースメーカー、ICDの作動に影響を及ぼし、場合によっては失神等を起こすことがあります。これらの機器又は場所に近づき、身体に異常（めまい、ふらつき、動悸等）を感じた場合、直ちにその場から離れてください。もし、身体の異常が回復しなければ、直ちに専門医の診察を受けてください。

【 ・ ・ ・ 発電施設 ・ ・ ・ 】

<https://www.jadia.or.jp/images/poster/wide/2013.pdf>

75

事前質問 自動車の電磁波

- 自動車内の電磁波による健康影響はないのでしょうか？
- 電気自動車に乗ると健康影響があるのでしょ

自動車から発生する磁界の大きさ

各車種の最大磁界

[μ T]

電気自動車	ハイブリッド車	ガソリン車
1. 3 3	1. 3 3	4. 2 0

〔平成25年電気学会全国大会『定速走行時の自動車内における磁界の測定』〕

- 3車種の間では著しい差は見られず、またICNIRPガイドラインにおける磁界ばく露限度値の参考レベルより低い値でした。
- また、電気自動車、ハイブリッド車は複数のピーク周波数を持ちますが、これらの値の参考レベルに対する割合を加算した値も限度値より十分に低い値でした。

77

事前質問 電車等の電磁波

- リニア新幹線から発生する電磁波はどの程度か教えてください。
- 新幹線、モノレール等の沿線地区に住むと健康影響があるのでしょうか？

78

超電導リニアからの磁界の強さ

< 静磁界 > ※山梨実験線における実測値

- 車内 最大 約 1.3mT程度
- ホーム 最大 約 0.8mT程度
- 沿線 最大 約 0.2mT程度

(ICNIRPのばく露限度値 400mT)

< 対向列車すれ違いによる変動磁界 >

- 相対速度によっても周波数が異なりますが、座席等の車内の測定最大値は、ICNIRPガイドラインばく露限度値より小さい値となります。



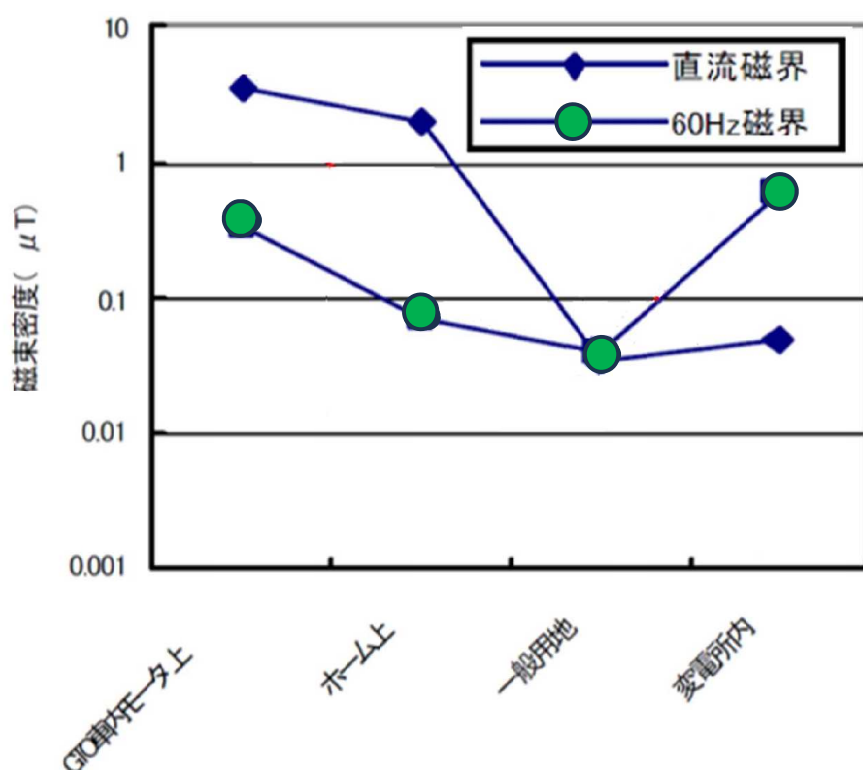
〔出所〕 国土交通省

<https://www.mlit.go.jp/common/000112485.pdf>

79

鉄道からの磁界の強さ

直流1,500Vき電システムの都市鉄道線区での測定事例



< ICNIRPガイドラインの参考レベル 公衆ばく露 >

- 静磁界(直流) [400mT]
- 60Hz磁界 [200μT]

〔出所〕 独立行政法人自動車技術総合機構
交通安全環境研究所

「鉄道の磁界に対するEMCについて」

<http://www.ntscl.go.jp/Portals/0/resources/forum/14files/14-02k.pdf>

測定値は全て参考レベル以下の値

80

事前質問

電磁波の環境影響

- 電磁波は動植物への影響があるのでしょうか？

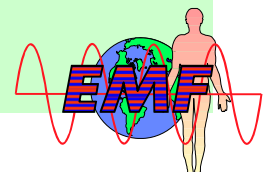
WHOファクトシート集

「電磁界の環境影響」 63～66ページ

81

WHO情報シート 「電磁界の環境影響」

WHOファクトシート集 63-66ページ



- 陸域および水域生態系に対する電磁界のリスクを取り扱った研究の数は限られていますが、それらの研究からは、極めて強力な発生源の近くでのいくつかの影響以外には、大きな環境影響の証拠はほとんどあるいは全く示されていません。現在の知識によれば、人の健康を防護するためのICNIRP ガイドラインに定められたばく露制限値は環境も保護しています。

82

事前質問 静磁界の影響

- 普段生活する家の中でコンパスを置くと北ではなく真逆の南を示す場所があります。他の場所は異常はありません。電磁波の影響でしょうか？

コンパスが影響を受けるのは地磁気（静磁界）であり、近くに静磁界を発生する磁石のようなものがあるのではないのでしょうか。

83

事前質問 電磁波の研究調査

- 送電線の近隣住民への健康影響に関する最新の研究報告等があれば教えてください。
- 日常の生活環境における電界、磁界、電磁波の健康リスクと結論付けられた臨床事例、研究報告を教えてください。

84

EMF-Portal

<https://www.emf-portal.org/ja>

emf-portal.org/ja/article/search/results?keywords=送電線&logicalOperator=0&authors=&authorMatchingMode=0&journ... 🔍 ☆ ABP

作業デーム 資金助成 お知らせとお願い ログイン 言語 ▾

● EMF-PORTAL

文献 ▾ 科学技術 ▾ 用語集 影響 ▾ その他 ▾

文献検索結果

744件の論文が見つかりました。

キーワード: 送電線, Hochspannungsfreileitung, Hochspannungsleitung, "power transmission line", "high-voltage line", "transmission line", "power line", HVOTL, 高電圧線, 電力線

検索の変更 ▾ 1ページ当たりの件数 10 ▾ 並び順 出版年 (新しい順) ▾

2024, Onyije FM, Dolatkhab R, Olsson A, Bouaoun L, Deltour I, Erdmann F, Bonaventure A, Scheurer ME, Clavel J, Schüz J [小児脳腫瘍のリスク因子: 1976-2022年の観察研究の系統的レビューおよびメタ分析] [review] Cancer Epidemiol 88: 102510
2023, Thill A, Cammaerts MC, Balmori A [昆虫に対する電磁界の生物学的影響: 系統的レビューおよびメタ分析] [review] Rev Environ Health [in press]
2023, Sauter C, Dorn H, Hellmann-Regen J, Bueno-Lopez A, Danker-Hopfe H [低周波磁界とアルツハイマー型認知症のリスク - 睡眠を可能なリンクとして焦点を当てたナラティブレビュー] [review] Somnologie (Somnology) [in press]

85

事前質問

電磁波の測定結果

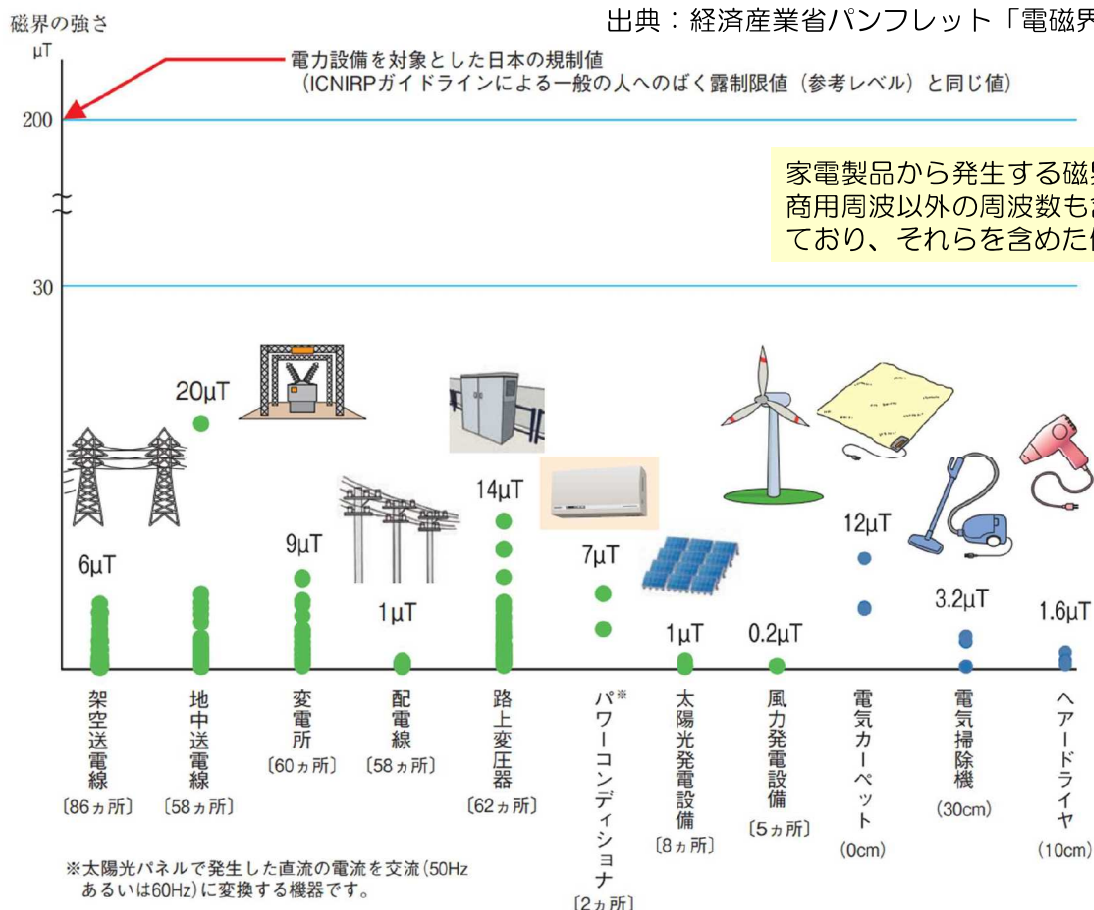
- 屋内および屋外で電磁波が一番強い箇所を教えてください。

講演3の中で説明しました。
予稿集43ページ スライド9

86

身のまわりの磁界の強さ

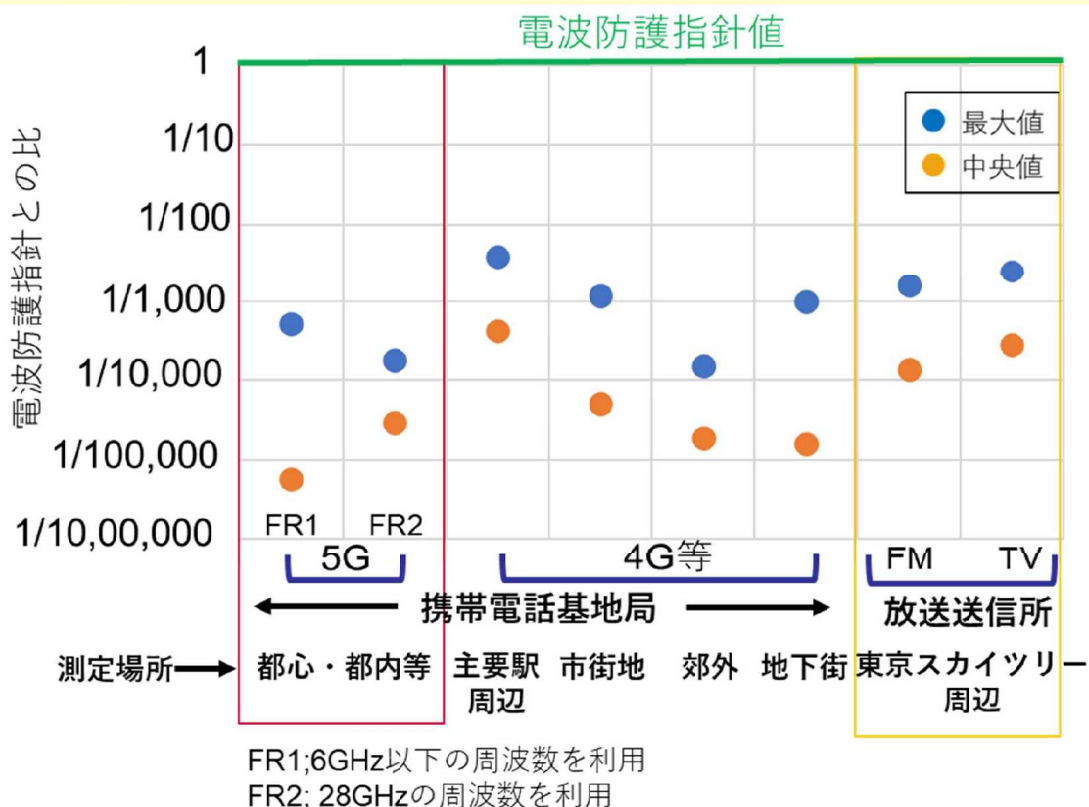
出典：経済産業省パンフレット「電磁界と健康」



87

身のまわりの電波の強さ

生活環境における携帯電話基地局・放送局からの電波の強さと電波防護指針の値



(資料作成: 国立研究開発法人情報通信研究機構) 88

事前質問 電磁波の防護

- 電磁波から身を守る方法、日常生活で注意することを教えてください。
- 電磁波が避けられない現代において、有効な対処法を教えてください。
- 電磁波を防護するエプロンは効果があるのでしょうか？
- スマートフォンからの電磁波を低減又は無くす方法はないのでしょうか？

次ページに続きます

89

事前質問 電磁波の防護

- 家の中の電磁波が強く、頭がふらついたり、アレルギーで頭皮に湿疹が出たりします。何か防護方法を教えてください。

WHOファクトシート集

「レーダと人の健康」27～31ページ

「超低周波（ELF）」21～26ページ

90

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

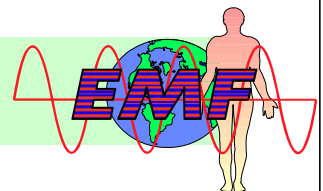
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

91

防護対策



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

92

事前質問

電磁過敏症

- 電磁過敏症は実際にあるのでしょうか？
また、その診断方法を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド79

WHOファクトシート集 37～40ページ「電磁過敏症」

93



World Health
Organization

Health Topics ▾

Countries ▾

Newsroom ▾

Em

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。
現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

健康全般に対する影響

電磁過敏症（EHS, IEI）

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

WHOファクトシート No.296

電磁過敏症 P37-40

電磁過敏症とは何か？ P37中段

- 医学的には説明できない**多様な非特異的症状**。悩まされている人々は、その原因を**電磁界へのばく露**と信じている。
- 症状の種類もその深刻度も人によって異なる。また、原因と考える電磁界発生源の種類も多様である。
- 最も一般的な症状は、皮膚への症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱性および自律神経性の症状（倦怠感、めまい、どうき）など。
- 有症率、報告される症状には地域的ばらつきもある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

95

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

研究の結論 P38

EHSに明確な診断基準はない。また、EHSと電磁界ばく露を結び付けるような**科学的根拠は存在しない**。

- EHSの人々は、EHSでない人々よりも、電磁界ばく露を**より正確に感知できることを示す証拠はない**。
- 二重ブラインド法による研究において、**症状が電磁界ばく露と関連しない**ことが示されている。
- 電磁界とは無関係の**環境因子**（屋内空気質、騒音、照明のちらつき等）、あるいは電磁界の健康影響を恐れる結果としての**ストレス反応**などを原因として示唆する研究もある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

96

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

臨床医に向けた推奨 P38下段

- 影響を受ける人々に対する処置は、その人の症状および臨床像に焦点をあてるべきであり、職場や家庭の電磁界の低減または除去の要望など、その人の認知上の要求に焦点をあてるのはよくない。
- 医師と患者との間に効果的な関係を確立し、患者が状況克服の方策を立てる手助けを行い、職場復帰および通常の世界生活を目指して患者を励ますことを治療の目標とするのが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

97

ファクトシート No.296 電磁過敏症

政府に向けた推奨 P39上段

政府は、EHSの人々、医療専門家、雇用主に対して、電磁界の健康影響の可能性に関する情報をバランスよく、適切に提供するのが望ましい。

そのような情報には、EHSと電磁界ばく露との結びつきに関する科学的根拠は現在、存在しないという明確な声明を含めることが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

98

事前質問 電磁波攻撃

- 電磁波により瞬間的に人の認知機能や消化器を破壊することは可能でしょうか？
- 電磁波兵器が開発中と聞きましたが本当でしょうか？

99

電磁波が人体へ与える影響は、刺激作用と熱作用が科学的に立証されています。

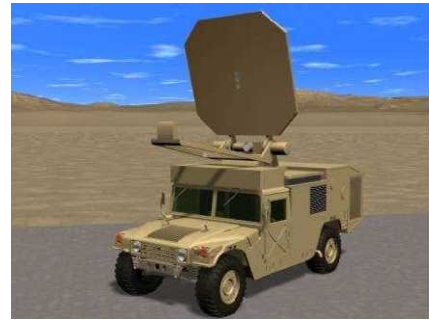
日常の生活環境においては、電波防護指針により、人体への悪い影響が出ない範囲での電波利用となるよう指針値を決めています。

日常の生活環境で電磁波による攻撃を受けることはありません。

仮に高強度の電磁波による攻撃があれば、その周辺で大規模な無線通信障害が発生し、直ちに発覚するはずですが、そういった社会的な大混乱は起きていません。

100

（参考資料）



Active Denial System（ADS）能動拒否システム

アメリカ軍が開発中の暴動鎮圧を目的とした、非常に強いマイクロ波（ミリ波）で皮膚の水分を加熱し、痛みを引き起こして鎮圧する非致死性の指向性エネルギー兵器の一つ。人々を短期間、不快な熱感覚や灼熱感を与えるが、眼球への長期的影響については検証中。

101

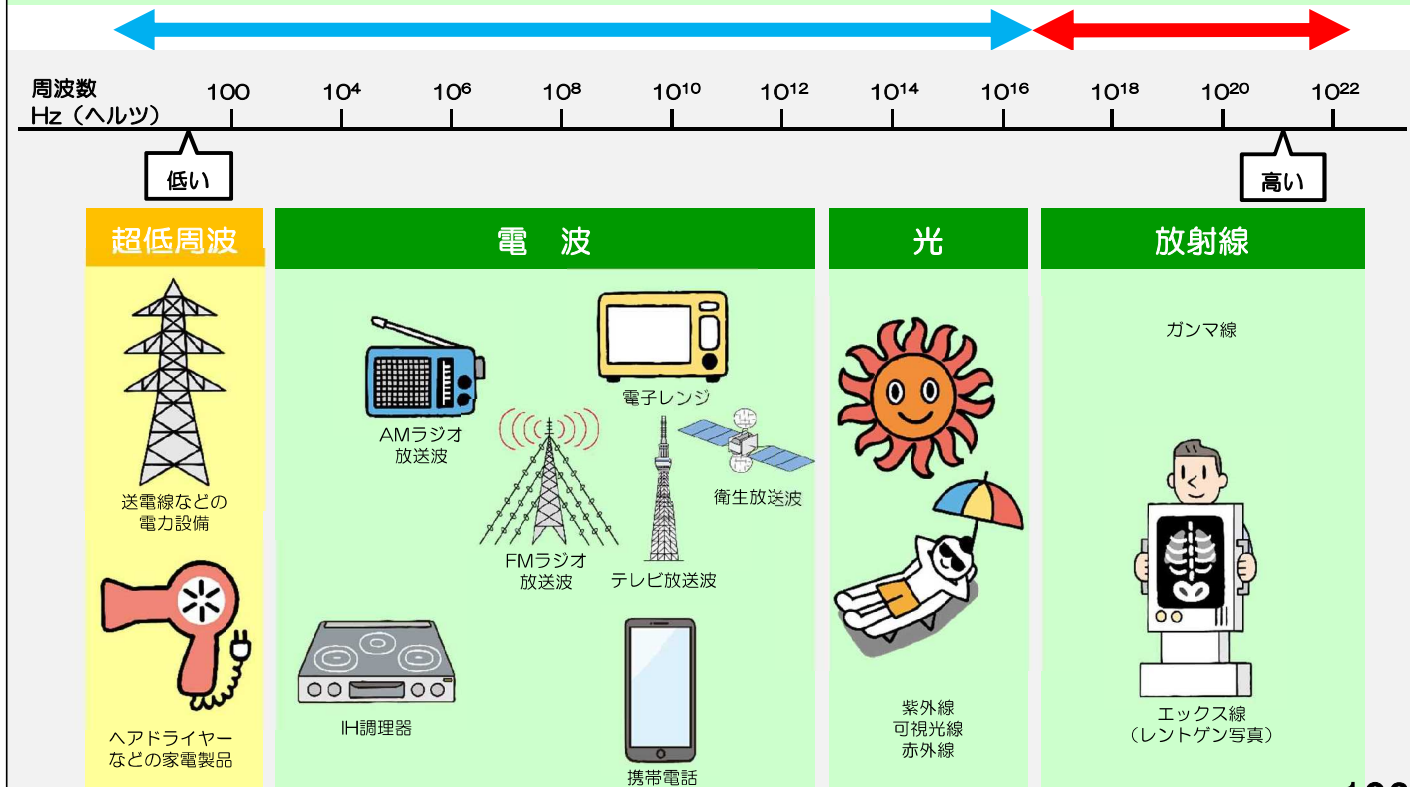
事前質問 医療機器の電磁波

- レントゲンや放射線の健康影響を教えてください。

102

電磁波の種類

非電離放射線 -VS- 電離放射線



103

放射線医学研究所

<https://www.qst.go.jp/soshiki/101/42485.html>

自己学習用参考資料

- ・ [教材アニメーション：放射線の知識と教養](#)
- ・ [教材アニメーション：放射線の性質と防護](#)
- ・ [教材アニメーション：サーベイメータの取扱い](#)
- ・ [放射線リスクに関する基礎的情報](#) (復興庁ホームページ)
- ・ [原子力災害医療に関わる基礎研修eラーニング](#)

より詳しくお知りになりたい方向け参考資料

- ・ [教材アニメーション：スペクトル解析1\(ホールボディーカウンター、甲状腺モニター\)](#)
- ・ [教材アニメーション：スペクトル解析2\(ゲルマニウム半導体検出器による分析\)](#)
- ・ [診療に役立つ放射線の基礎知識 被ばく医療に関するe-learning](#)
- ・ [医学教育における被ばく医療関係の教育・学習のための参考資料](#)
- ・ [放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料](#) (環境省ホームページ)

職場やご家族との話し合いに役立つ参考資料

- ・ [放射線のホント](#) (復興庁ホームページ)
- ・ [「風評の払拭」に向けて](#) (復興庁ホームページ)
- ・ [教材アニメーション：ぼくはほうしゃせん](#)
- ・ [放射線副読本](#) (文部科学省ホームページ)

104

事前質問

医療機器の電磁波

- 電磁波を使用した治療器の椅子を使用していますが、特に効果が感じられません。何故でしょうか？
- 交流高圧電界電位治療器は効果をあまり感じませんが、電磁波治療器なのでしょうか？

医療応用に関する内容であり、本講演会の趣旨と異なる質問であるため、回答は差し控えさせていただきます。

事前質問

- 内容が同じ場合、質問を集約しています。
- 分かり易さの点などから、質問原文を一部修正しています。
- 質問以外の所感、意見等については、割愛しています。

1

事前質問 電磁波の性質

- 電磁波には熱影響があると思いますが、そのほかに放射線のような遺伝子への影響、精神面への影響を与えることはあるのでしょうか？

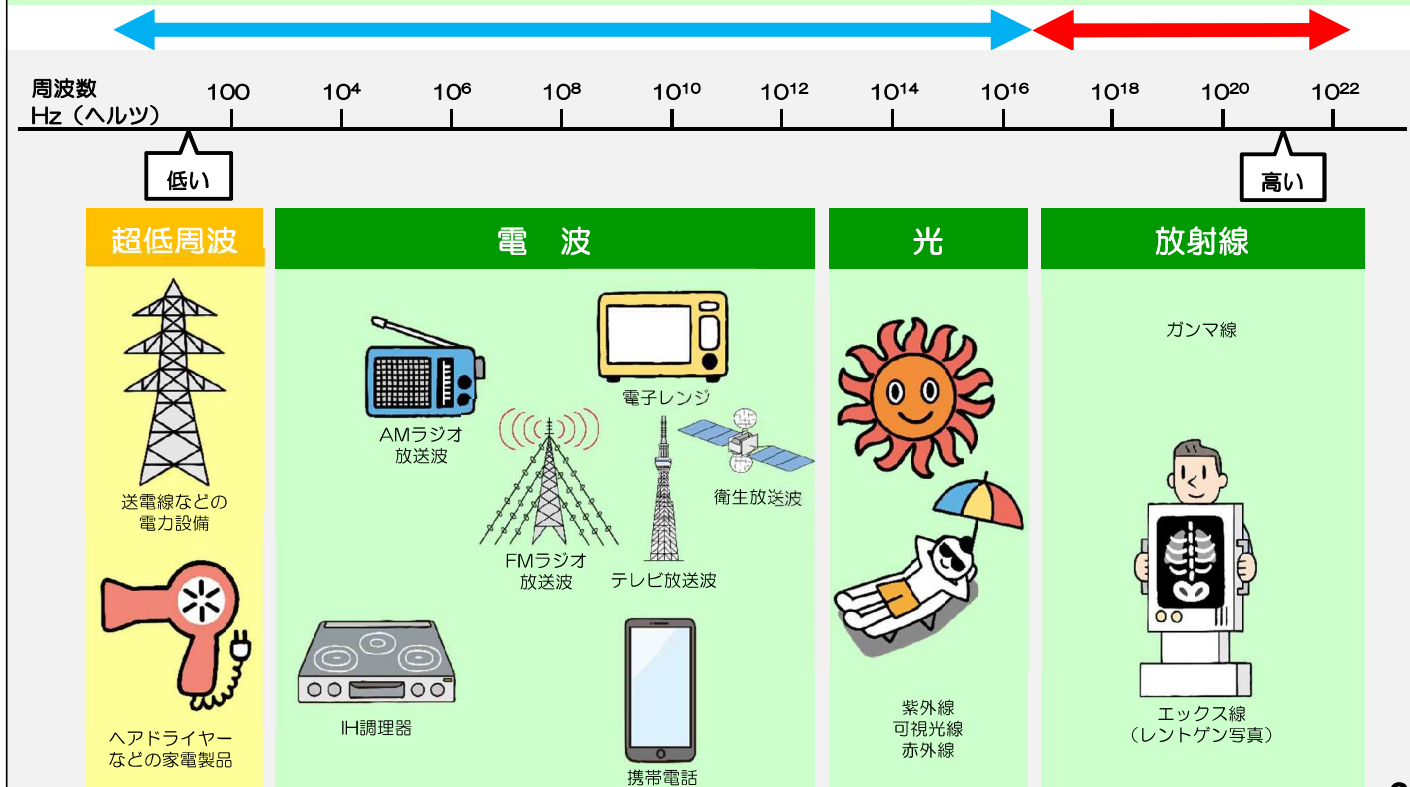
講演5の中で説明しました。

予稿集50ページ スライド2

2

電磁波の種類

非電離放射線 -VS- 電離放射線



3

事前質問 電磁波への国の対応

- 日本と海外の規制値の違いについて教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集58ページ スライド18

76ページ スライド54

4

科学的根拠に基づいて、WHOは電磁波の健康リスク評価を行っています。リスク管理として、ICNIRP、IEEEが国際的な電磁波へのばく露防護ガイドラインを作成しています。

これらの国際ガイドラインには強制力はなく、採用するか否かは、各国政府が決定しています。日本は基本的にICNIRPが提唱するばく露制限値を採用していますが、全ての国がこれらを採用している訳ではありません。規制のない国もありますし、これらの制限値よりも厳しい規制値を採用している国もあります。

また、国際ガイドラインの制限値も見直されているため、それ以前に定められた各国の制限値が国際ガイドラインに一致していないこともあります。

5

日本と海外の電磁界に対する規制・ガイドライン

		制定年	電界		磁界	
			(kV/m)	区分	(μ T)	区分
国際レベル	ICNIRP 注1)	2010年	5.0(50Hz)	ガイドライン	200(50Hz)	ガイドライン
		//	4.2(60Hz)	//	200(60Hz)	//
国レベル	日本	1976年(電界) 2011年(磁界)	3	規制	200 (50/60Hz)	規制
	韓国	2020年	3.5 注2)	規制	83.3(60Hz)	規制
	米国 注3)		—	—	—	—
	ドイツ	2013年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スイス 注4)	2000年	5	規制	100(50Hz)	規制
	フランス	2001年	5	規制	100(50Hz)	規制
	スウェーデン	2002年	5	勧告	100(50Hz)	勧告
	イタリア 注4)	2003年	5	規制	100(50Hz)	規制
	英国 注5)	2011年	9	基準	360(50Hz)	基準
	ノルウェー	2011年	5	規制	200(50Hz)	規制
	オーストラリア	2015年	5	勧告	200(50Hz)	勧告

- 注1) 2010年に改訂した新ガイドラインによる。それまでの磁界ガイドライン値(1998年)は、100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz)。
 注2) 韓国では電力設備以外の電界の規制値は4.2 kV/mです。
 注3) 米国には国レベルの規制はありませんが州レベルでは規制を設けているところもあります。
 注4) スイス、イタリアでは本規制値以外に予防原則に基づいた磁界の規制値を設定。
 注5) 英国の基準は自主的実施基準であり、ICNIRPガイドライン(1998年版)から独自に換算した値に基づいています。

6

国際的なばく露防護ガイドライン値

	国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)	米国電気電子学会 (IEEE)
端末【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均) ※1
基地局 (2GHz) 【電力密度(mW/cm ²)】	1mW/cm ²	1mW/cm ²

※1 米国、カナダ、韓国の指針値の根拠。当初は1.6W/kgであったものを2006年4月に現在の値に改定。

日本と海外の規制値

	日本	米国	英国	仏国	中国	韓国
端末 【SAR(W/kg)】	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	2W/kg (10g平均)	1.6W/kg (1g 平均)
基地局 (2GHz) 電界強度 (V/m), 電力密度 (mW/cm ²)	61V/m 1mW/cm ²	61V/m※2 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²	12V/m 0.04mW/cm ²	61V/m 1mW/cm ²

※2 電界強度の規定がないため、電力密度値から換算。

7

事前質問 電磁波の健康影響①

- 電磁波は人体にどのような影響があるのでしょうか？
- 身のまわりにある家電製品、携帯電話、Wi-Fi等の電磁波が身体や脳へ及ぼす影響や子供と大人での影響の違いについて教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集83～84ページ スライド69～70

8

①強い低周波磁界の短期的ばく露影響

「強い低周波磁界を浴びるとどうなるの？」

神経への刺激作用が科学的に立証されています。

刺激作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い低周波磁界の長期的ばく露影響

「弱い磁界でも長く浴びていたら病気になるの？」

WHOは疫学での小児白血病との関連性は認めていますが、
因果関係を否定しています。

WHOは疫学での小児白血病増加を示す
磁界の値を規制値にすることを否定しています。

9

①強い高周波（電波）の短期的ばく露影響

「強い電波を浴びるとどうなるの？」

熱作用による影響が科学的に立証されています。

熱作用を防護する法規制が設けられています。

②弱い高周波（電波）の長期的ばく露影響

「携帯電話からの弱い電波でも
長く浴びていたら脳腫瘍になるの？」

現在WHOがその可能性を評価中です。ばく露防護ガイドライン
では長期的影響は科学的根拠が弱いので考慮されていません。

10

- 2年前に心筋梗塞を発症し、心臓の大動脈に金属製のステントを2本留置する手術を受けましたが、その後原因不明の体調不良を発症し、昨秋に化学物質過敏症と診断されました。また、3ヶ月前からスマートフォン、テレビ、自動車、電子レンジを使用すると、耳鳴りや頭痛、頭部、指先の痺れの症状が出ます。これらの体調不良は電磁波が原因でしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド78～79

11

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、**現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。**ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間におよそ25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。**現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。**こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

患
つ
て
れ

13

事前質問 電磁波の健康影響③

- 普段の生活の中で電磁波の健康影響と気をつけることを教えてください。
- 電磁波を発する機器について、健康影響が出ない利用基準を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド78

14

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、**現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。**ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

15

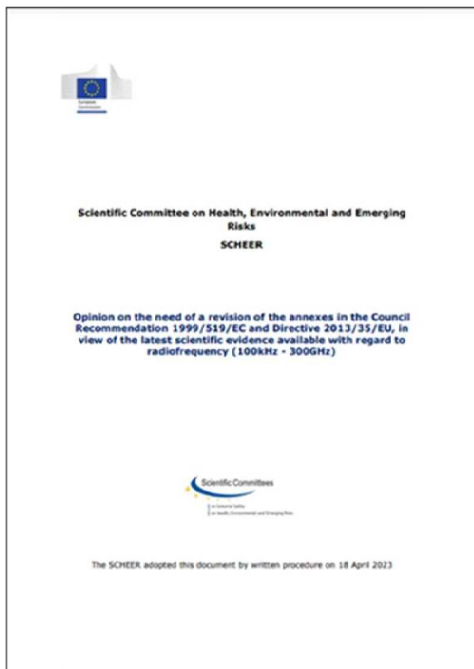
事前質問 電磁波の健康影響④

- 長時間マイクロ波にさらされた場合、甲状腺機能低下症が発生する可能性があるという記事を読みました。また、甲状腺機能が低下すると幻聴等の精神障害が出てくることがあると聞きます。Wi-Fi等の電磁波に常時さらされている生活環境が甲状腺の機能を悪化させ、人によっては幻聴や幻覚を引き起こすことは考えられないでしょうか？

16

無線周波電磁界（電波）に対する欧州委員会科学委員会 「保健・環境・新興リスクについての科学委員会（SCHEER）」の意見書 2023年6月

<https://ec.europa.eu/newsroom/sante/items/791342/en>



その他の健康影響

● 内分泌系

系統的レビューの結果からは、証拠の重み付けは不確かである。

不確かな証拠の重み付け：異なる証拠からの矛盾する情報のため、科学的な用語では説明できない

リスク評価のスケジュール

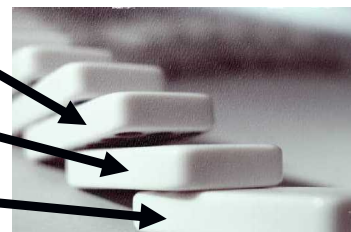
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）

 Environmental Health Criteria 236 Static Fields 2006年	 Environmental Health Criteria 236 Extremely Low Frequency Fields 2007年	電波 (>100kHz – 300GHz) IARC 2011 WHO 2024以降 
--	---	---

INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



事前質問

妊娠、出産への影響①

- 近年、電磁波の影響で男女の出生比率に変化が見られると言われていますが本当でしょうか？
- 男性の場合は妊活中、女性の場合は妊活及び妊娠中に下腹部近くにスマートフォンを持たない方が良いでしょう？

講演5の中で説明しました。

予稿集83ページ スライド68

19



Frequently asked questions
on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)

欧州委員会 SCENIHR報告書 2015年1月 「最終提言 - 電磁界へのばく露の潜在的健康影響」

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf

「4.2.1.4 不妊症、生殖、および幼児期の発達」について



「（2009年の報告書では）非熱的なばく露レベルの電波からの生殖及び発達への悪影響はないと結論付けていた。より最近のヒト及び動物でのデータを含めても、この評価に変更はない。子どもの発達と行動学的問題についてのヒト研究には、相反する結果と手法上の限界がある。ゆえに、影響の証拠は弱い。妊娠中の母親の携帯電話使用からの胎児のばく露の影響は、胎児のばく露が非常に低いと、ありそうにない。男性の生殖能力についての研究は質が低く、証拠をほとんど提示していない。」

20

リスク評価のスケジュール

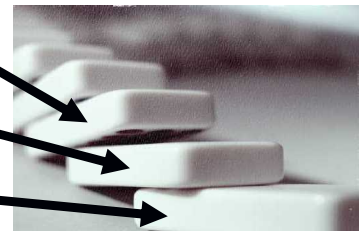
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



21

事前質問

妊娠、出産への影響②

- 妊婦が仕事で長時間パソコンを使用するとお腹の赤ちゃんにどのような影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集89ページ スライド80

22

生活環境と労働環境には、（中略）多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

妊娠の結果に対する影響

生活環境と労働環境には、コンピュータ画面、ウォーターベッドと電気毛布、無線周波の溶接機、高周波温熱治療装置、レーダなど多種多様な電磁界発生源とそのばく露があり、WHOやその他の機関はそれらの評価を行ってきました。証拠の全体的重みからは、通常的环境レベル電磁界へのばく露では、自然流産、奇形、出生時低体重、先天性疾患などの有害な結果が生じるリスクは増加しないことが示されています。電磁界ばく露の推定量と健康問題との関連についての報告、たとえば電力産業の労働者の子供における未熟児や出生時低体重の報告などが時折ありますが、科学界では、そうした事例は（溶剤ばく露などの要因と対比させて考えれば）必ずしも電磁界ばく露が原因であるとはみなされていません。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

23

事前質問 デジタル機器の子供への影響

- 子どもが幼少期からスマートフォン等のデジタル機器に触れることで、成長期に懸念される健康影響を教えてください。
- テレビゲームやスマートフォン等による身体への健康影響を教えてください。

以下に、電磁波の影響ではないのですが、
幼児期、学童期の不適切なデジタル機器
使用の問題について説明します。

加藤則子（十文字学園女子大学教授）
公衆衛生 84巻9号（2020年9月）

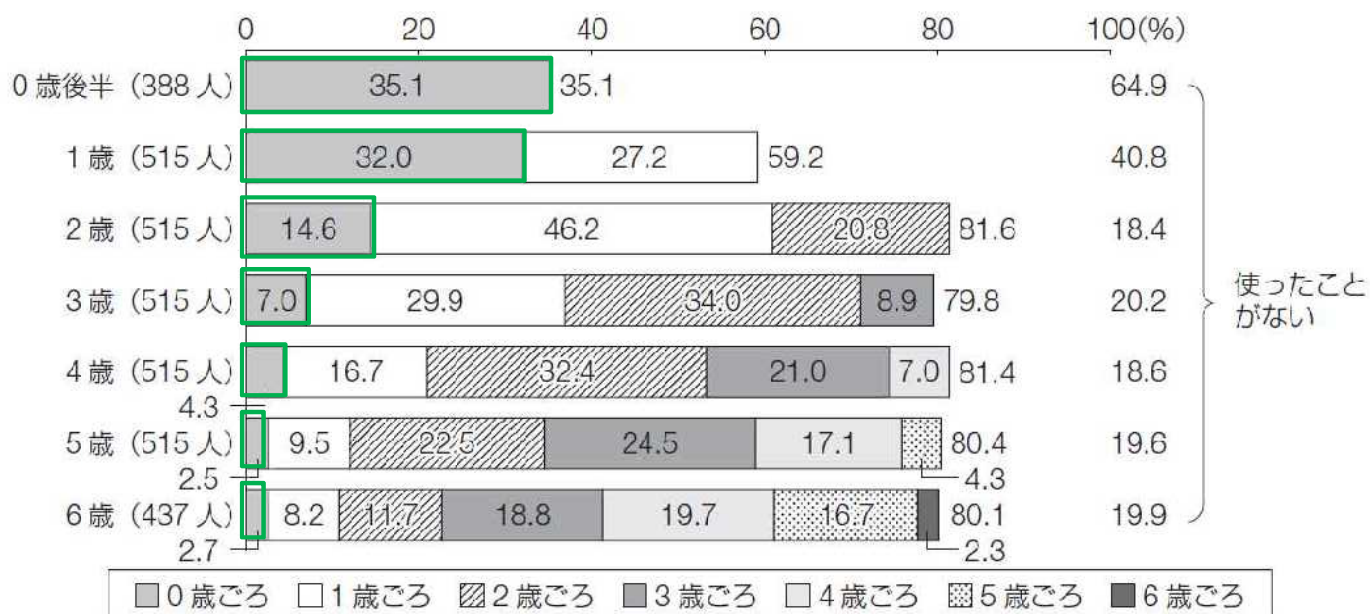


図1 0～6歳のスマートフォンを使い始めた年齢(平成29年)

(注)調査対象は、東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県の0歳6カ月～6歳就学前の乳幼児を持つ母親3,400人。
2017年3月インターネット調査。

資料：ベネッセ教育総合研究所「第2回 乳幼児の親子のメディア活用調査報告書」

加藤則子（十文字学園女子大学教授） 公衆衛生 84巻9号（2020 年9 月）

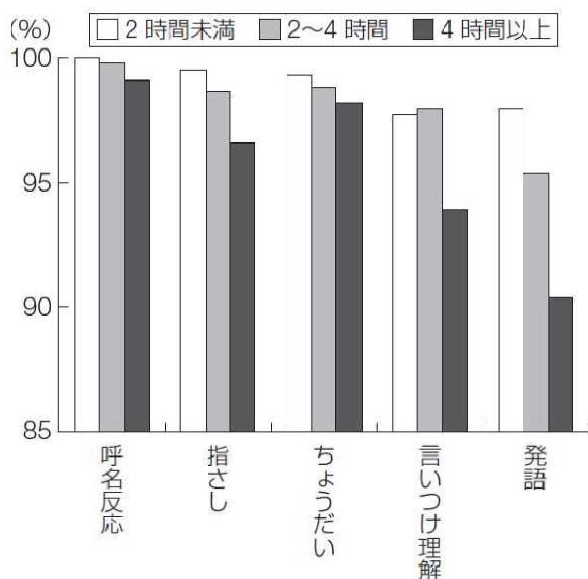


図5 テレビ・ビデオの視聴時間別言語発達通過率の変化

* ちよっだい…ちよっだい分かる（文献7より転載）

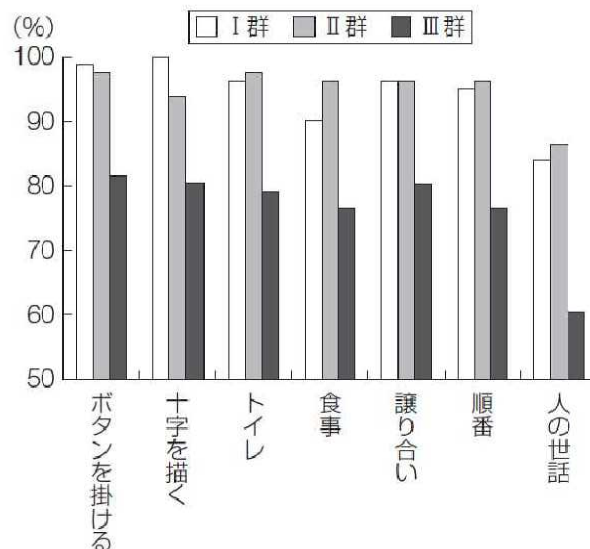


図6 3歳児におけるテレビ・ビデオ視聴時間と発達指標の通過率の関係

I群(2時間未満), II群(2~4時間)はコントロール, III群(4時間以上)はケース, $p<0.01$ （文献9より転載）

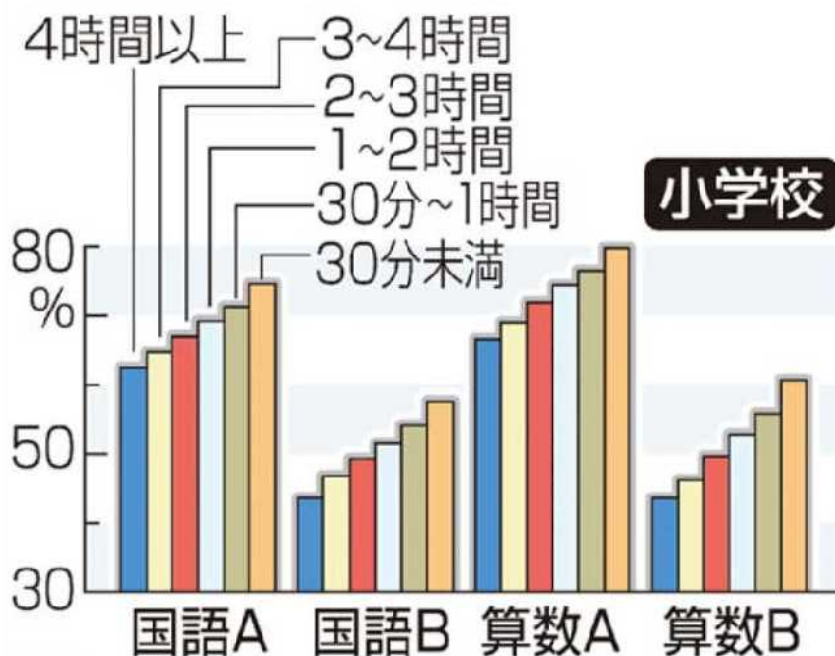
1歳6ヵ月児健診

3歳児健診

27

携帯・スマートフォン使用時間と 学力テストの平均正解率

全国学力テスト 2014年文科省調査 全国教育問題協議会資料



28

子どもとICT（スマートフォン・タブレット端末など）の問題についての提言

日本小児連絡協議会

1) 日本小児保健協会, 2) 日本小児科学会, 3) 日本小児科医会, 4) 日本小児期外科系関連学会協議会
小児保健研究74(1):1-4 2015

<https://www.jschild.med-all.net/Contents/private/cx3child/2015/007401/001/0001-0004.pdf>

29

WHOが国際疾病分類（ICD-11）を改定 「ゲーム障害」 2018年6月18日



- ゲーム時間をコントロール出来ない
- ゲーム以外の出来事（学校・家族・社会）や関心事の優先度が低下
- 日常生活に支障が生じてもゲームを優先する

このような状況が12ヶ月（深刻な場合はもっと短期間）以上続くと「ゲーム障害」と認定。医師による治療が求められる。

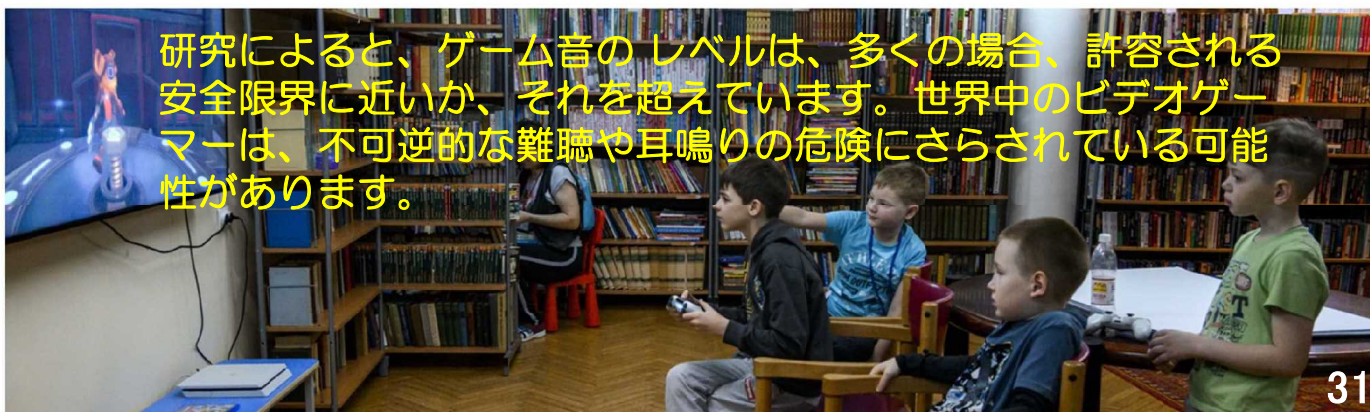
<https://www.who.int/standards/classifications/frequently-asked-questions/gaming-disorder>

30

Video gamers risk permanent hearing loss

Video gamers worldwide may be risking irreversible hearing loss and/or tinnitus—persistent ringing/buzzing in the ears— according to an article in the BMJ Public Health.

<https://www.who.int/news/item/17-01-2024-video-gamers-worldwide-may-be-risking-irreversible-hearing-loss-and-or-tinnitus>



事前質問 携帯電話等の電磁波

- 携帯電話による電磁波の強さと影響を教えてください。
- 携帯電話を枕元に置いて寝ていますが、脳に影響があるのでしょうか？
- 就寝時にスマートフォンを充電しながら近くに置くのは良くないのでしょうか？特に子供が影響を受けやすいと聞きます。

事前質問

携帯電話等の電磁波

- ・ スマートフォン、パソコン、電子機器を使用することによる体に対する影響を教えてください。
- ・ ワイヤレスイヤホンの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集70ページ スライド43、75ページ スライド52
79ページ スライド60、83ページ スライド68
WHOファクトシート集1～3ページ

33

電波防護指針の考え方

SAR=単位質量組織・単位時間に吸収されるエネルギー量（比吸収率）**6分間平均**

全身ばく露

全身が非常に強い電波にさらされると、エネルギーを吸収し熱作用で深部体温が1℃上昇**動物の摂餌行動に影響**が現れる。（全身平均 SAR 4W/kg）

局所ばく露

眼が非常に強い電波にさらされると**白内障**が起こる（局所SAR 100W/kg）。41℃を超えない様に、胸部では5℃、頭部では2℃の上昇を規制（局所SAR 20W/kg）。

10倍の安全率

2倍の安全率

基礎指針 人体の内部電磁現象に基づいて評価するための指針

管理指針 測定可能な物理量で表した指針

電磁界強度指針

基地局、放送局等に適用

局所吸収指針

携帯電話端末等に適用

管理環境…職業的な環境等

5倍の安全率

50倍の安全率

一般環境…一般の居住環境等

10倍の安全率

34

局所ばく露（携帯電話端末）への規制

100 kHz-6 GHz	比吸収率（SAR）	任意の組織10g当り 2W/kg (四肢 4W/kg 以下)
6 -30 GHz	入射電力密度	任意の体表面 4cm ² 当り 2mW/cm ² 以下
30 -300 GHz		任意の体表面 1cm ² 当り 2mW/cm ² 以下

35

「何らかの健康影響はあるのでしょうか？」 WHOファクトシート集 2ページ

2ページ

携帯電話は病院内や航空機内ではたいい禁止されています。その理由は、RF 信号がある種の医用電子機器や航空機のナビゲーションシステムと干渉する可能性があるからです。

何らかの健康影響はあるのでしょうか？

携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

短期的影響

組織に与える熱の発生は、RF エネルギーと人体との間の相互作用の主要なメカニズムです。携帯電話に利用されている周波数に於いては、エネルギーの大部分は皮膚やその他の表面的組織に吸収され、その結果、取またはその他の器官での温度上昇は無視しうる程度になります。

多くの研究が、ホフマンの脳の電気的活動、認知機能、睡眠、心拍数や血圧に RF 電磁界が及ぼす影響を調べてきました。今日まで、組織に熱が発生するよりも低いレベルの RF 電磁界は、健康への悪影響について、研究による一貫性のある証拠は収められていません。さらには、電磁界は、取と自己申告の身体症状または“電磁過敏症”との因果関係について、研究による裏付けは得られていません。

長期的影響

RF 電磁界は、取による潜在的な長期リスクを調査した疫学研究は、そのほとんどが脳腫瘍と携帯電話使用との関連を探求してきました。しかしながら、多くの研究は、腫瘍に及ぼすような相互作用が起る前に発生するまで検出できないため、また、携帯電話は 1990 年代初期まで普及していなかったため、現時点での疫学研究は、比較的短い誘導期間で出現するがんしか評価できません。しかしながら、動物研究の結果は、RF 電磁界の長期的ばく露でのがんリスク上昇がないことを示しています。

複数の大規模な多国間疫学研究が完了または進行中です。これには、成人の健康影響項目を多数調べた症例対照研究と前向きコホート研究が含まれています。今までで最大規模の成人を対象とした後ろ向き症例対照研究である INTERPHONE は、国際がん研究機関 (IARC) が調整して、携帯電話使用と成人の頭頸部のがんとの関連があるかどうかを確認するためにデザインされました。

参加した 13 カ国からの収集データの国際的プール分析によれば、10 年以上の携帯電話使用に伴う神経膠腫および聴神経腫のリスク上昇は見られませんでした。使用期間の増大に伴うリスク上昇の 貫した傾向はありませんでしたが、自己申告された携帯電話の累積使用時間が上位 10% に入った人々において、神経膠腫のリスク上昇が検出されました。研究者らは、バイアスと誤差があるために、これらの結論の堅固さは限定的であり、因果的な解釈はできないと結論しています。

車としてこれらのデータに基づき、国際がん研究機関(IARC)は、無線周波電磁界は「ヒトに対して発がん性があるか不明」(グループ 2B)に分類しました。このカテゴリーは、因果関係は信頼できると考えられるが、偶然、バイアス、または交絡因子を排除する十分な確信を持って排除できない場合に用いられます。

脳腫瘍のリスク上昇は確立されなかったものの、携帯電話使用の増加と 15 年以上長い期間の携帯電話使用についてのデータがないことは、携帯電話使用と脳腫瘍リスクのさらなる研究が必要



携帯電話が潜在的な健康リスクをもたらすかどうかを評価するために、これまで20年以上にわたって多数の研究が行われてきました。今日まで、携帯電話使用を原因とするいかなる健康影響も確立されていません。

36

リスク評価のスケジュール

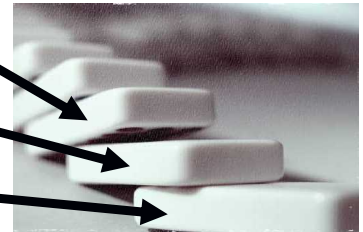
静電磁界

低周波電磁界

高周波電磁界（電波）



INTERPHONE 研究（否定）	2010年
IARC 電波の発がん性評価(2B)	2011年
WHO 電波の健康リスク評価	2024年評価中



37

事前質問

第5世代移動通信システム

- 携帯電話の5G電波が人体に及ぼす影響について教えてください。
- 海外では5Gを規制する動き等もあるようですが、幼児への影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集75ページ スライド53

38

WHO「第5世代モバイルネットワーク（5G）と健康」に関する質問と回答（Q&A）

2020年2月27日

- これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係としてワイヤレス技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。
- 電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。
- 周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面（皮膚及び眼）に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

39

事前質問 携帯電話の電磁波

- 携帯電話の電源を入れてない状態でも電磁波は出ているのでしょうか？

電源を入れていない携帯電話から電磁波は出ていません。

ただし、一部の機種では、電源オフでも端末を探せるように近距離通信ができるなど、電磁波が出ることがあります。

40

事前質問

基地局の電磁波①

- 自宅の半径500m以内に携帯電話基地局が複数あり、機器をレンタルして測定した結果、数値が高いということがわかりました。どういう対応をすれば良いのでしょうか？
- 携帯電話の使用時と携帯電話基地局からの電磁波はどちらが強いのでしょうか？

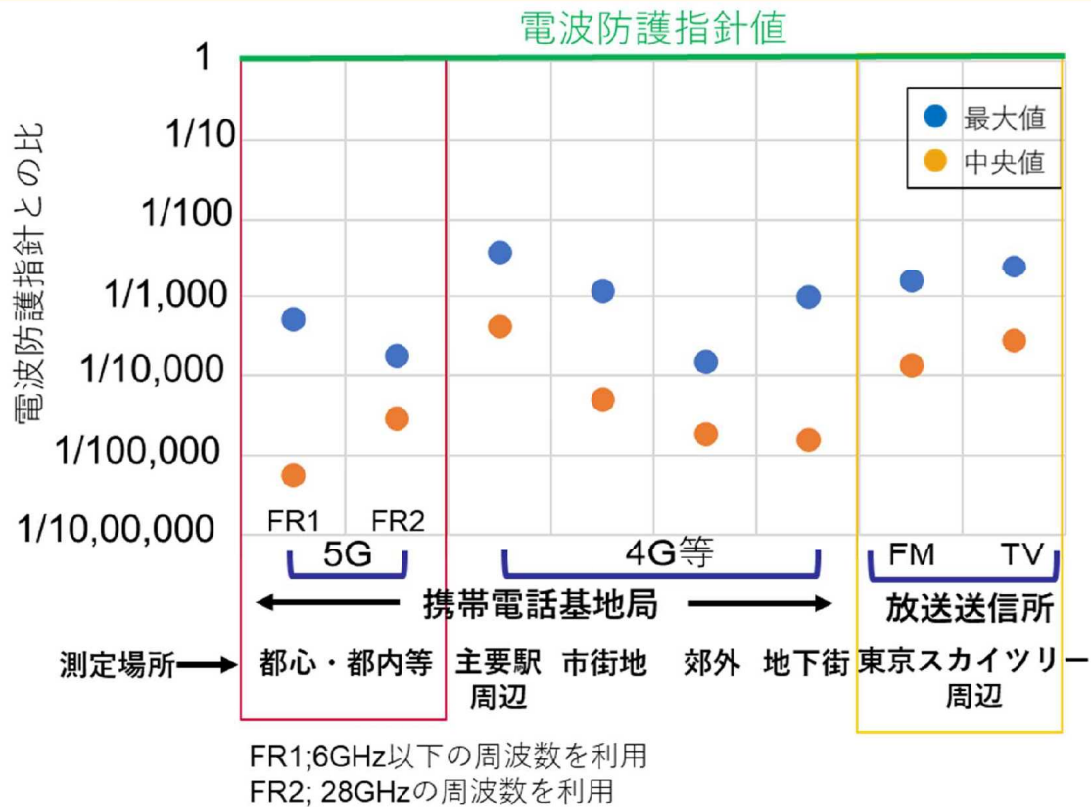
41

- 携帯電話に用いられているMHz帯～GHz帯の電波の測定には、精度が高い測定器と高周波の専門知識が必要であることにご注意ください。
- NICTでは、都市部など複数の携帯電話基地局が存在するような様々な環境で測定を行っており、身のまわりの電波の強さは、大きくても電波防護指針の1/100程度という結果が得られています。

42

身のまわりの電波の強さ

生活環境における携帯電話基地局・放送局からの電波の強さと電波防護指針の値



(資料作成: 国立研究開発法人情報通信研究機構) 43

- 携帯電話端末は身体近傍で使われる一方、携帯電話基地局は通常遠方に存在します。
- 電波の強さ（電力密度）は、発射源からの距離の2乗に反比例して小さくなるため、一般的に、携帯電話基地局から離れると弱くなります。
- 一方で、携帯電話基地局の近くなど、受信状況が良好な場合、携帯電話端末からの電波は弱くなる傾向にあるため、一概にどちらが強いかを決めることはできません。

- 携帯電話端末からのばく露は頭部などへの局所的なばく露であり、携帯電話基地局からのばく露は全身均一であるため、それぞれに異なる考え方に基づく規制値が設けられています。
 - 携帯電話端末；局所吸収指針（SAR）
 - 携帯電話基地局；電磁界強度指針
- 携帯電話端末は製造過程において、携帯電話基地局はエリア設計過程において、それぞれ規制値以下であることが確認されており、いずれも安全です。

45

事前質問 基地局の電磁波②

- 居住するマンションに携帯電話基地局が設置されてから、妻が体調不良になりました。因果関係を調べる方法がありますか？
- 引っ越してから息子の体調が優れません。近所にある電波塔が原因とは考えられないでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集73ページ スライド49
WHOファクトシート集44～46ページ

46

WHO ファクトシート No. 304

「基地局および無線技術」

ファクトシート集46ページ

公衆のリスク認知

一部の人々は、RF ばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の傷害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観的懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF 発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱い RF 信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHO の取り組み

WHO は、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をモニタし、0-300 ギガヘルツの電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の傷害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を同定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに応え、各国政府および研究組織は、過去 10 年にわたり、2 億 5 千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、**基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

47

前のスライドで示しましたが、そもそも基地局からの電波のばく露レベルは熱的影響を起こすレベルに比べて非常に低いので、健康影響を招くとは考えられません。

仮に基地局からの電波ばく露と体調不良に因果関係があるとすれば、それを証明するのは簡単ではありません。例えば、基地局からの低レベル電波ばく露が体調不良を招くという説得力のある新たな科学的証拠を示す必要があります。

48

因果関係の証明

●ヒルのクライテリア（基準）

- ✓ばく露と疾患との間の関連性の強さ
- ✓ばく露と疾患との間の関連性の一貫性
- ✓ばく露と疾患との間の時間的整合性
- ✓ばく露と疾患との間の量－反応関係
- ✓ばく露と疾患との間の関連性を支持する実験的証拠
- ✓ばく露と疾患との間の関連性を示す信頼できる生物学的メカニズムなど

AB Hill: The environment and disease: Association or causation?
Proc Royal Soc Med 58:295-300, 1965.

49

事前質問 基地局の電磁波③

- 携帯電話基地局の建設に従事しています。電磁波による健康影響に関して総務省やWHOの見解を説明していますが、新型コロナウイルス感染症以降、これらの説明は信用できないとの意見を受けることがあります。このような場合はどのような情報提供が良いのでしょうか？

50

何を信用するか信頼するかは個々人によって異なります。
WHOや総務省の情報を信用されないのは残念ですが、これらの情報は科学的に裏付けされていますので、WHOのファクトシートや総務省のパンフレットを熟読してご理解を頂く努力を継続するしかないと思います。

事前質問

Wi-Fiの電磁波①

- 海外では学校へのWi-Fi導入後に体調不良になった教員が訴訟を起こし認められた事例がありますが、日本でも同様に電磁波が原因と思われる体調不良の例があるのでしょうか？

国内で学校へのWi-Fi導入による体調不良を理由とする訴訟事例を承知していません。

事前質問

Wi-Fiの電磁波②

- 家庭内のWi-Fi電波の影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集73ページ スライド49
WHOファクトシート集44～46ページ

53

WHO ファクトシート No. 304 「基地局および無線技術」 ファクトシート集46ページ

公衆のリスク認知

一部の人は、RFばく露によるリスクを「深刻なものであるかも知れない」と認知し、「おそらく深刻なものである」と認知する人々さえいます。公衆の不安の原因の一つは、新たな、そして確証の得られていない科学的研究をメディアが発表することです。それが、不確かさの印象および未知または未発見の有害性があるかも知れないという認知をもたせることになります。その他の要因には、景観的懸念、および新規基地局の位置決定過程に対する制御力および発言権がないという感情があります。RF発生源の建設の前に、決定過程の適切な各段階において、教育プログラム、効果的なコミュニケーション、公衆およびその他の利害関係者の積極的参加を行うことにより公衆の信頼と受容性を高められることが経験から分かっています。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、基地局および無線ネットワークからの弱いRF信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。

WHOの取り組み

WHOは、国際電磁界プロジェクトを通じて、電磁界に関する科学的文献をモニタし、0-300 GHzの電磁界へのばく露による健康影響を評価し、電磁界の有害性の可能性に関する助言を与え、適切な軽減措置を同定するためのプログラムを確立しています。国際電磁界プロジェクトは、広範な国際的レビューを終えた後、知識の欠落部分を埋めるための研究を推進しています。それに従って、各国政府および研究組織は、過去10年にわたり、2億5千万ドル以上を電磁界研究に助成しました。

結論

非常に低いばく露レベル、および今日までに集められた研究結果を考慮した結果、**基地局および無線ネットワークからの弱い電波信号が健康への有害な影響を起こすという説得力のある科学的証拠はありません。**

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

54

事前質問

アマチュア無線の電磁波

- 短波帯のアマチュア無線は、常時電波を発射する商用放送局と異なり、長くて数分単位の電波発射の繰り返しますが、人体への影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集70ページ スライド43

55

電波防護指針の考え方

SAR=単位質量組織・単位時間に吸収されるエネルギー量（比吸収率）**6分間平均**

全身ばく露

全身が非常に強い電波にさらされると、エネルギーを吸収し熱作用で深部体温が1℃上昇**動物の摂餌行動に影響**が現れる。（全身平均 SAR 4W/kg）

局所ばく露

眼が非常に強い電波にさらされると**白内障**が起こる（局所SAR 100W/kg）。41℃を超えない様に、胸部では5℃、頭部では2℃の上昇を規制（局所SAR 20W/kg）。

10倍の安全率

2倍の安全率

基礎指針 人体の内部電磁現象に基づいて評価するための指針

管理指針 測定可能な物理量で表した指針

電磁界強度指針

基地局、放送局等に適用

局所吸収指針

携帯電話端末等に適用

管理環境…職業的な環境等

5倍の安全率

50倍の安全率

一般環境…一般の居住環境等

10倍の安全率

56

事前質問

電子レンジの電磁波

- 電子レンジの電磁波は健康影響があるのでしょうか？

講演5の中で説明しました。

予稿集67～68ページ スライド37～39
WHOファクトシート集60～62ページ

57

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

刺激作用

②中間周波

100 kHz
(10万Hz)

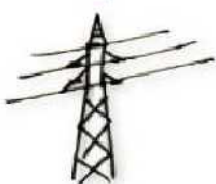
③高周波(電波)

熱作用

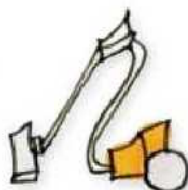
低周波:0～300Hz

中間周波:300Hz～10MHz

高周波:10MHz～3THz



送電線



掃除機



IH調理器



電子レンジ

2.45 GHz



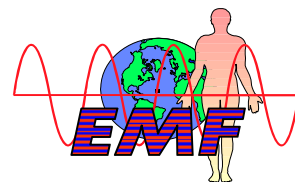
スマホ



携帯基地局

58

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



60ページ

電子レンジは安全か？

電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利です。

マイクロ波の安全性：ガラス製の扉周りからの、および扉を通り抜けてのマイクロ波漏れは、国際的な基準の推奨レベルより十分に低いレベルを限度とするように設計されています。

WHO国際電磁界プロジェクト
情報シート
2005年2月

電磁界と公衆衛生

電子レンジ

マイクロ波とは？

マイクロ波は、高い周波数の電磁波（無線電波）であり、可視光（光）と同様に電磁スペクトルの一部です。マイクロ波は、宇宙、テレビ放送、航空および航海用レーダー、携帯電話を含む通信に用いられています。また、工場では材料の加工に、医療ではがん治療に、宇宙では食品の調理に用いられています。

マイクロ波は、光と同じように、物質により反射、吸収または透過されます。金属はマイクロ波を完全に反射しますが、ガラスや一部のプラスチック類などの非金属材料はマイクロ波を透過させます。

水分を含む物質、例えば、食物、液体または組織などはマイクロ波エネルギーを直ちに吸収し、吸収されたエネルギーは熱に変換されます。この情報シートは、家庭で使われている電子レンジについて、その働きおよび安全性の問題を論じます。電磁界の性質、無線電波およびマイクロ波境界の健康への影響に関するさらに詳しい説明は、WHOファクトシート182および183に書かれています。

電子レンジは安全か？

メーカーの取扱説明書に従って使用する限り、電子レンジは安全であり、様々な食品の加熱および調理に便利です。しかしながら、いくつかの注意点があります。電子レンジは、特に、マイクロ波が漏れ出す可能性、熱傷、食品の取り扱いに関して事前の対策が必要です。

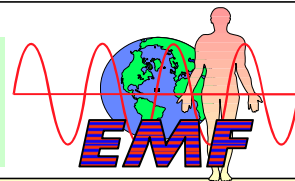
マイクロ波の安全性：電子レンジは設計により、マイクロ波をレンジ室内に封じ込めること、さらにスイッチが入り、かつ扉が開いている状態でマイクロ波を発生させないことを確保されています。ガラス製の扉周りからの、および扉を通り抜けてのマイクロ波漏れは、国際的な基準の推奨レベルより十分に低いレベルを限度とするように設計されています。ただし、電子レンジは、壊れ、改造されると、マイクロ波漏れがもたらされる可能性があります。したがって、電子レンジを良好な状態に保つことは重要なことです。使用者は、扉が閉じている状態で、およびスイッチが入った安全状態（扉が開いている間はマイクロ波は発生させない）状態で扉を取り付けられています。が正確に働くことをチェックします。扉の密封シールは、壊れがちなように、密封シール材または電子レンジ外壁に目につく傷がないようにします。何らかの問題が起きた場合は電子レンジの扉が損傷している場合には、適切な資格を持つサービスエンジニアが修理するまで使用を控えるべきです。

マイクロ波エネルギーは人体に吸収され、ばく露された組織に熱を発生させます。組織の構造や血液循環と温度調節が速い組織、また、骨頭のような温度調節が速い組織、熱に敏感な組織のリスクが高いです。しかし、熱損傷は、電子レンジの周りで測定されるレベルを十分に上回るレベルに達しないと発生し、通常はごくわずかです。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

59

WHOファクトシート集 60-62ページ 「電子レンジ」



61ページ

食品の安全性と誤解

電子レンジで調理された食品は、従来型オーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。（略）レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。

熱的安全性：電子レンジで加熱された食品の熱に比べて、従来のオーブンやホットプレートで加熱されたものと同じように熱傷を起こすことがあります。一方、電子レンジでの食品加熱には特有な危険がいくつかあります。従来のオーブンを水で満たす場合、沸騰し始めるときに気泡が形成されることがあります。電子レンジの場合、容器の内部に気泡が形成され、水が沸騰し、突然に沸騰することがあります。このような突然の沸騰は、お湯の中の1杯の湯、または外からスプーンなどを入れることが引き起こされることがあります。これらでは湯熱による程度の熱傷が起きます。

もう一つのマイクロ波調理に特有な危険は、特定の食品の熱に対する反応に関わるものです。表面が多孔質でないもの（ホットドッグなど）または加熱速度が異なる物質でできているもの（例えば卵の黄身と白身）は加熱が均一でなく、爆発することがあります。このような爆発は、卵を加熱するときに発生したときに起こります。

食物の安全性：食物の安全性は健康に重要な問題です。電子レンジ内での加熱速度は、電子レンジの定格出力および加熱される食品の水分含有量、密度、分断によって異なります。厚みがある食品にはマイクロ波エネルギーが十分に浸透せず、一部は調理されないことがあります。もし食品が部分的に十分加熱されないために潜在的に危険性のある微生物を繁殖させることができない場合、これは健康リスクになります。一般に調理されていない肉類は、食品全体に熱を行きわたらせることができます。

電子レンジで調理された食品は、従来のオーブンで調理された食品と同じように安全であり、栄養的価値も同じです。この2つの調理方法の大きな違いは、マイクロ波エネルギーの方が食品に深く浸透し、食品全体に熱が伝わる時間が短縮されるため、全体の調理時間が短縮されることです。

哺乳瓶などを消毒できるように設計されているのは決まった種類の電子レンジのみです。このような利用の方法については、メーカーの取扱説明書に従ってください。

誤った理解：誤った理解をしないために重要なことは、電子レンジで調理された食品が「放射性物質」になることではないとしっかり理解することです。また、従来のレンジのスイッチを切った後、レンジ庫内にも食品にもマイクロ波エネルギーが残存することはありません。この点に関しては、ちょうど電球を消したときに光が残らないように、マイクロ波の振動は完全に光と同じです。

電子レンジの動作のしくみ

家庭用電子レンジは一般に500〜1100ワットの電力で2450メガヘルツで動作します。マイクロ波はマグネトロンと呼ばれる電子管によって生成されます。電子レンジのスイッチが入ると、マイクロ波はレンジ庫内に伝わり、反射用のファンで反射されて食品に吸収されます。マイクロ波は金属製の内壁で反射されたり、食品に吸収されたりします。一部にはレンジ庫内のターミネーターの間に食品を置くことで食品が均一に加熱されるようになっています。マイクロ波エネルギーを吸収した水分は加熱し、その分だけ水分が加熱され、その熱で食品が調理されます。

従来のオーブンと違い、マイクロ波は食品にだけ吸収され、その周囲のレンジ庫内には吸収されません。マイクロ波調理専用で設計された皿や容器のみを使用しましょう。電子レンジに適合しないプラスチックなど一定の材料は、燃焼すると溶けたり、熱えたりすることがあります。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

60

事前質問

IH調理器の電磁波

- IH調理器などオール電化住宅の健康影響について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集65～67ページ スライド33～36

57ページ スライド17

WHOファクトシート集56～59ページ

61

電磁波（電磁界）の生体作用

作用は周波数で異なります

①低周波

②中間周波

③高周波(電波)

刺激作用

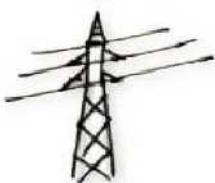
100 kHz
(10万 Hz)

熱作用

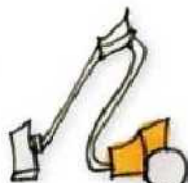
低周波:0~300Hz

中間周波:300Hz~10MHz

高周波:10MHz~3THz



送電線



掃除機



IH調理器

(2-9万 Hz)



電子レンジ

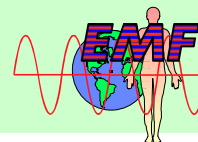


スマホ



携帯基地局

62



超低周波電磁界（ELF、これには交流電力周波数が含まれます）および無線周波電磁界（RF、これには移動電話通信が含まれます）と比べ、IF電磁界の影響に関する研究はこれまでほとんど行われていませんでした。しかし、科学的証拠からは、生活環境および労働環境で普通に見られる IF 電磁界へのばく露により健康への有害な影響が生じることの確信は得られていません。このような結論は、部分的には IF 電磁界を用いた研究に、そしてまた IF 電磁界はその周波数によって ELF および RF 電磁界と同じように身体に作用するという事実に基づいています。

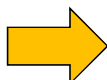
国際基準

ICNIRP は WHO が正式に承認した独立の科学委員会であり、0-300 ギガヘルツの周波数範囲の全ての電磁界に対するばく露制限のガイドラインを公表しています。IF 範囲のばく露ガイドラインは、外部電磁界と身体とのカップリングおよび生物学的影響の周波数依存性を前提として、有害な健康影響の可能性に関する科学的文献を慎重にレビューすること、および「ELF」と「RF」の周波数範囲から制限値を外挿することによって確立されました。

今後の課題

科学的証拠によれば、ICNIRPのガイドラインを上回るばく露レベルの IF 電磁界にさらすどのような健康リスクも示唆されていません。しかし現在の知見に対する不確かさを軽減するために、より一層質の高い研究が必要です。今後、以上の主要分野について研究されることが確認されています。

- **疫学研究**：大規模なコホート研究によって、ある程度ばく露レベルが高い集団において高品質のばく露データの収集が実施可能であることが実証され、その結果、十分な統計的検出力が得られ、かつ重要な健康影響が同定された場合には、疫学研究を検討することが推奨されます。
- **ばく露評価**：現在の労働環境および生活環境における電磁界のばく露の大きさと種類について、より明確にその特徴を示すことが必要です。IF 電磁界が使用されている産業および他の労働環境においては、設備が適切に遮断され、かつばく露ガイドライン値を超えていないことを確保するために、定期検査の実施と記録を行わなければなりません。
- **動物実験**：今後の動物実験は、産業その他の発生源からの人体ばく露と同様のばく露条件を用い、さらに高いばく露レベルについても探検するのがよいでしょう。もし、動物実験において特定の疑わしい作用の道筋が同定された場合には、どのように IF 電磁界が身体に作用するかを明らかにするための細胞レベルまたは生体組織レベルの研究を行うことによって、このような動物実験を補足することになるでしょう。
- **生物学的相互作用**：ばく露ガイドラインの改良、特にパルスまたは複雑な波形の電磁界に関するばく露ガイドラインの改良のために、生物学的相互作用と健康障害の関連について包括的な理解を深めることが必要です。
- **ドクトラ・コンピュータ**を用いたモデル化技術が出現して、IF 電磁界にばく露された人体内に誘導される電磁界を計算値で示すことが可能になりました。最も先端的な手法では、解剖学的に実物に近い人体模型を計算に用いています。そのような手法は特にリスク評価に適しており、IF 電磁界測定値がばく露制限値を満たすか否かを、一貫性をもって試験をします。そのような評価の際に、必要に応じて女性と子供の人体模型を用いることも考慮することが重要です。



今後の課題

科学的証拠によれば、国際的なガイドラインを下回るばく露レベルの中間周波電磁界によるどのような健康リスクも示唆されていない**ません。しかし現在の知見における不確かさに取り組むために、より一層質の高い研究が必要です。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

居室における中間周波電磁界に関する研究

厚生労働科学研究費補助金事業 平成21-24年度

研究代表者 大久保 千代次

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

居室における中間周波電磁界に関する研究

平成21年度～24年度 総合研究報告書

多氣 昌生 首都大学東京 教授

石井 一行 明治薬科大学 教授

小笠原裕樹 明治薬科大学 准教授

池畑 政輝 鉄道総合技術研究所 主任研究員

吉江 幸子 鉄道総合技術研究所 副主任研究員

樺田 尚樹 国立保健医療科学院 部長

牛山 明 国立保健医療科学院 上席主任研究官

鈴木 敬久 首都大学東京 准教授

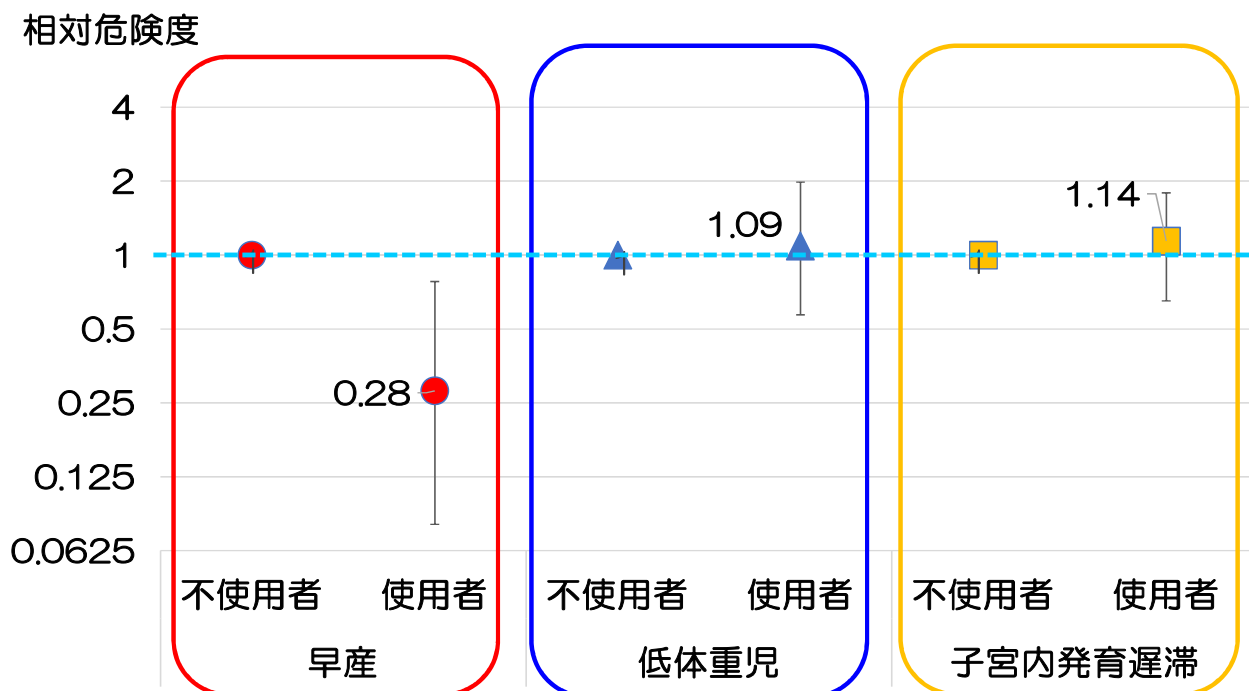
和田 圭一 首都大学東京 准教授

IH調理器使用を想定した中間周波電磁界の生物学的ハザードは確認できないと言えます。

妊娠中のIH調理器使用と胎児の疫学

1565組の親子が調査対象

Tokinobu他(愛媛大) Bioelectromagnetics 2021

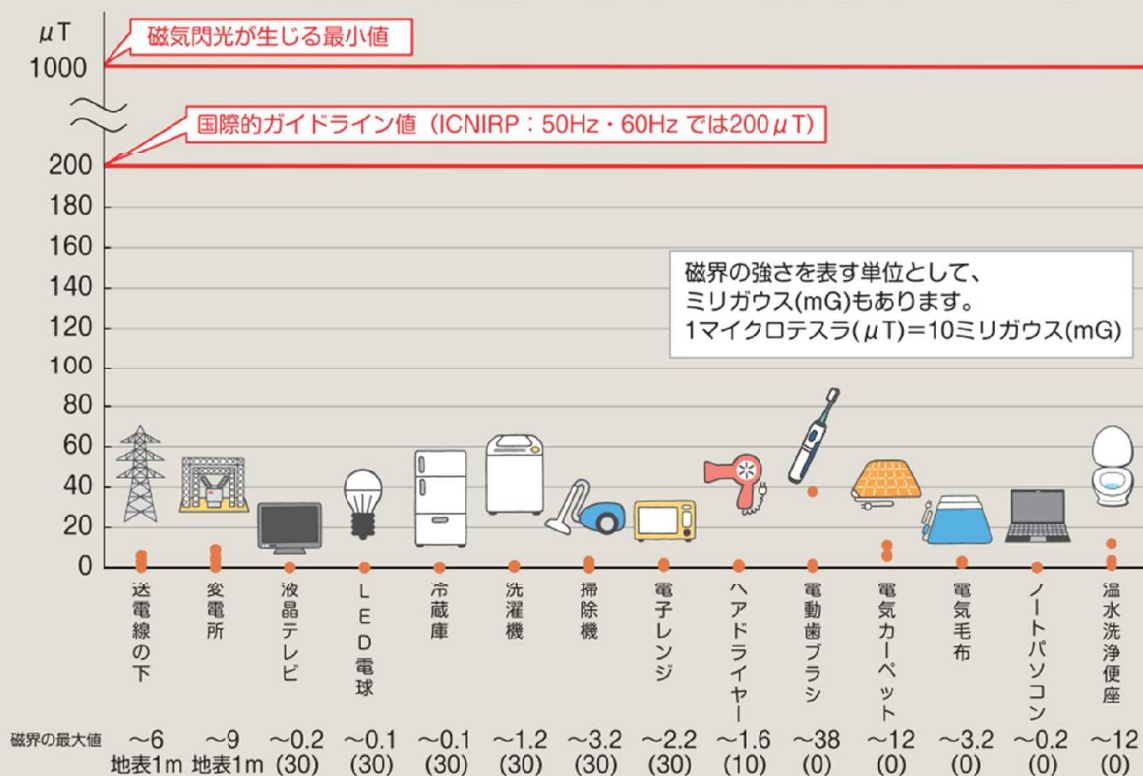


65

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値

電力設備や家電製品から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



66

事前質問

家電製品の電磁波

- 家庭用コンセントの形状は、日本では一般的に穴2つであり、欧米ではアースが有る3穴の国が多いですが、健康影響に違いはあるのでしょうか？

日本と海外では家庭用コンセントの電圧や形状が異なりますが、どちらであっても家電製品から発生する電磁波によって健康影響が生じるとは考えられません。

67

事前質問

家電製品の電磁波②

- 電気敷き毛布は健康影響があるのでしょうか？

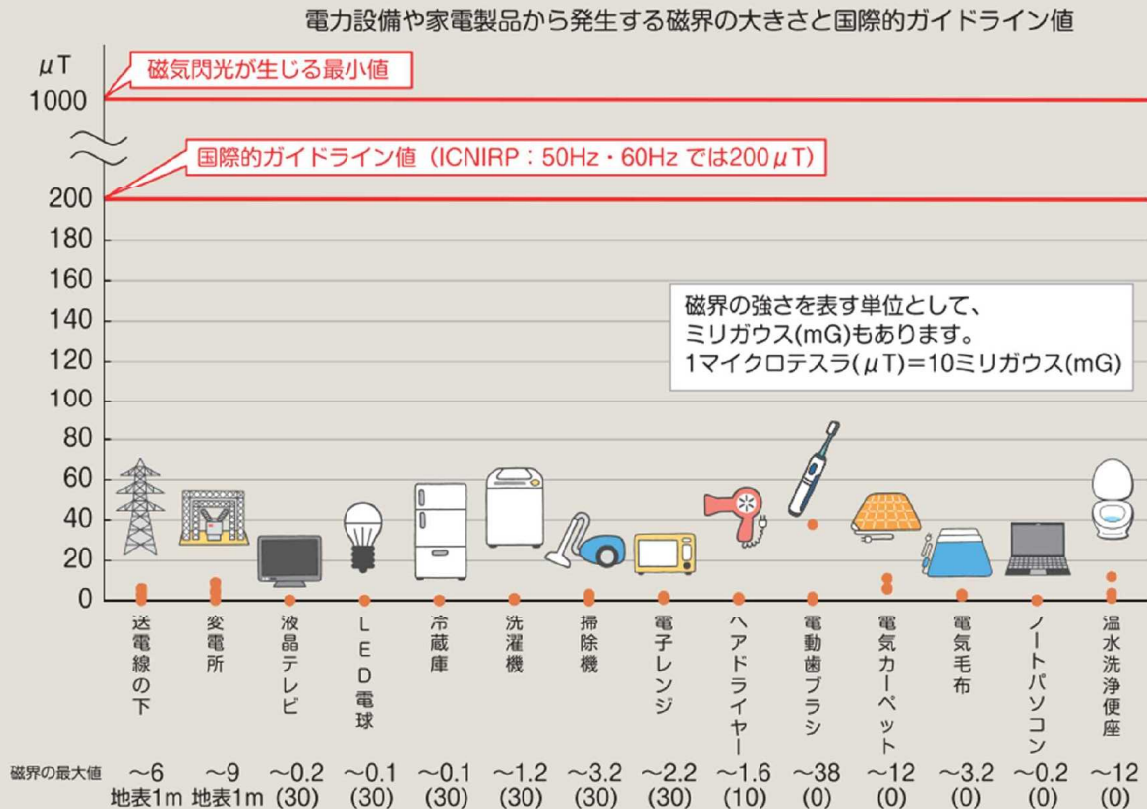
講演5の中で説明しました。

予稿集 57ページ スライド17

68

身のまわりの磁界の強さ

家電製品や電力設備から発生する磁界の大きさと国際的ガイドライン値



69

事前質問 電力設備の電磁波①

- 新築中の自宅近くに送電線の鉄塔がありますが、健康影響はあるのでしょうか？
- 高圧電線周辺の住宅に住むリスクを教えてください。
- 生活に密着している配電線からの電磁波による健康影響について、最新情報を教えてください。

事前質問

電力設備の電磁波①

- 敷地内の電柱には配線がたくさんありますが、健康影響はないのでしょうか？また、オール電化住宅の電磁波は、ガス利用の場合よりも体に悪影響があるのでしょうか？
- 電磁波と白血病の関係性について教えてください。

次ページに続きます

71

事前質問

電力設備の電磁波①

- 日本では住宅地を6,600ボルトの配電線が通っており、家の中で常に数ミリガウスの影響を受けている人もいますが、健康影響は本当にはないのでしょうか？

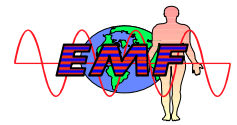
※10ミリガウス（mG）＝1マイクロテスラ（ μ T）の関係にあり、数ミリガウスは0. 数マイクロテスラとなります。

講演5の中で説明しました。

予稿集62～63ページ スライド27～28
WHOファクトシート集47～48ページ

72

WHOの総合評価（2007年）



48ページ

長期的影響の可能性

タスクグループは標準的な健康リスク評価プロセスに従い、一般の人々が通常で遭遇するレベルのELF電界に関して本質的な健康問題はないと結論しました。したがって、以下では、主としてELF電界へのばく露の影響を取り扱います。

短期的影響

高レベル（100 マイクロテスラを十分に上回るもの）の急性ばく露によって起きることが確認されている生物学的影響があります。これはよく知られた生物物理学的なメカニズムによって説明されています。外部のELF電界は身体内に電流を誘導しますが、その強度が非常に高いと神経および筋肉の刺激および中枢神経系の神経細胞の興奮性の変化を引き起こします。

長期的影響の可能性

ELF電界ばく露による長期的なリスクを調べた科学的研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF電界を「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」と分類したモノグラフを公表しました。この分類は、ヒトにおける発がん性の限定的な証拠があり、かつ実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子であることを基礎とします（ELF電界以外の例にはコーヒーや冷機蒸気があります）。このように分類された証拠は、疫学研究のプール分析で、0.3~0.4 マイクロテスラを上回る居住環境電界への平均的ばく露に関連して小児白血病が増加するという一貫したパターンが示されたことです。タスクグループはそれ以降に追加された研究によってこの分類が変更されることはないかと結論しました。

しかしながら、疫学的証拠は、獲得バイアスの可能性など手法上の問題によって弱まっています。加えて、低レベルのばく露が発がんに関与することを示唆するよう疫学的メカニズムとして正当化されたものはありません。要するに、もしこのように、低レベルの電界へのばく露によって何らかの影響があるとするれば、それは今のところ未知の生物学的メカニズムによるものでなければなりません。加えて、動物研究は主として影響なしの結果を示しています。したがって、**これらの論文を考慮すれば、小児白血病に関連する証拠は因果関係を支持するほど強いものではありません。**

小児白血病はかなり稀な疾患であり、全世界で一年間に新たに発生する症例数は、2000年は49,000人と推定されています。住宅内での平均電界ばく露が0.3 マイクロテスラを上回ることとは稀であり、そのような環境に住むのは、子供の1%~4%であると推定されています。もし電界と小児白血病との関連が因果関係であるならば、電界ばく露が原因であるかも知れない症例数は、2000年の数値に基づいて、全世界で年間100~2400人の範囲と推定されます。これは同年の発生数の0.2~4.9%に相当します。したがって、仮にELF電界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、全世界的に考えれば、ELF電界へのばく露が公衆衛生に及ぼす影響は限定的でありましょう。

ELF電界ばく露との関連の可能性について、多数の健康への有害な影響が研究されています。白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**ELF電界へのばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、ELF電界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。

小児白血病に関連する証拠は**因果関係（※電磁界が原因）と見なせるほど強いものではない。**

（中下段 黄色マーク）

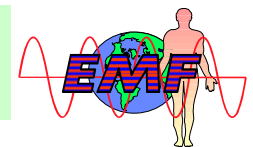
その他の健康影響全てについて科学的証拠は小児白血病よりもはるかに弱い。（下段 青色マーク）

疫学で示す0.4 μ Tを磁界のばく露基準とするのは有益ではない。（環境保健クライテリア 238）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

73

WHOの総合評価（2007年）続



長期的影響の可能性

磁界ばく露と「白血病以外の小児がん、成人のがん、うつ病、自殺、心臓血管系疾患、生殖機能障害、発育異常、免疫学的修飾、神経行動学的影響、神経変性疾患などです。WHOのタスクグループは、これらの健康影響全てについて、**磁界ばく露との関連性を支持する科学的証拠は小児白血病に関する証拠よりはるかに弱いと結論しました。**いくつか例を挙げれば、（すなわち心臓血管系疾患や乳がんに関する）証拠から、磁界はこれらの疾患を引き起こさないことが示されています。」（48ページ 最下段）

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

74

事前質問

電力設備の電磁波②

- 配電線や柱上変圧器からの水平距離に対する磁界の測定値、配電線の直下方向に対して高さを変化させた磁界の測定値はあるでしょうか？
- 配電線について、ねん架（電線配置の入替）の有り／無しを比較した測定データはあるのでしょうか？

ご質問の測定は行っていません。

75

事前質問

電力設備の電磁波③

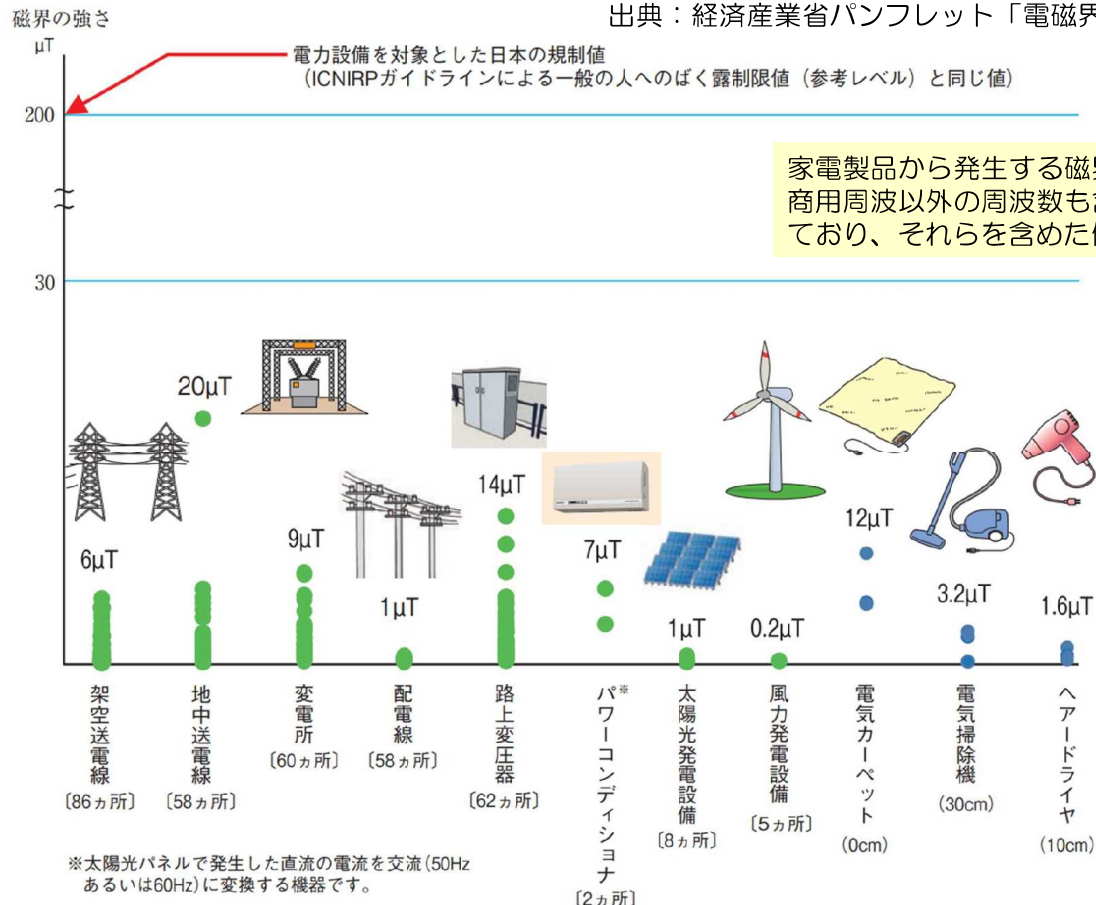
- 住宅2階では柱上変圧器や電線が目の前にあり地上1メートルの測定値よりも大きいと思いますが、健康影響はないのでしょうか？

2階やベランダでの測定例はございません。
電磁界情報センターでは、磁界測定器貸出サービスを行っておりますので、これをご活用下さい。
なお、これまでの種々の電力設備を計測した実績から、お問合せの場合でも規制値である $200\mu\text{T}$ を超えることはないと思われます。

76

身のまわりの磁界の強さ

出典：経済産業省パンフレット「電磁界と健康」



77

事前質問

太陽光発電設備の電磁波

- 家の近くに大規模な太陽光発電施設がありますが、健康影響はあるのでしょうか？
- 太陽光発電が身近に増えていますが、影響はないのでしょうか？

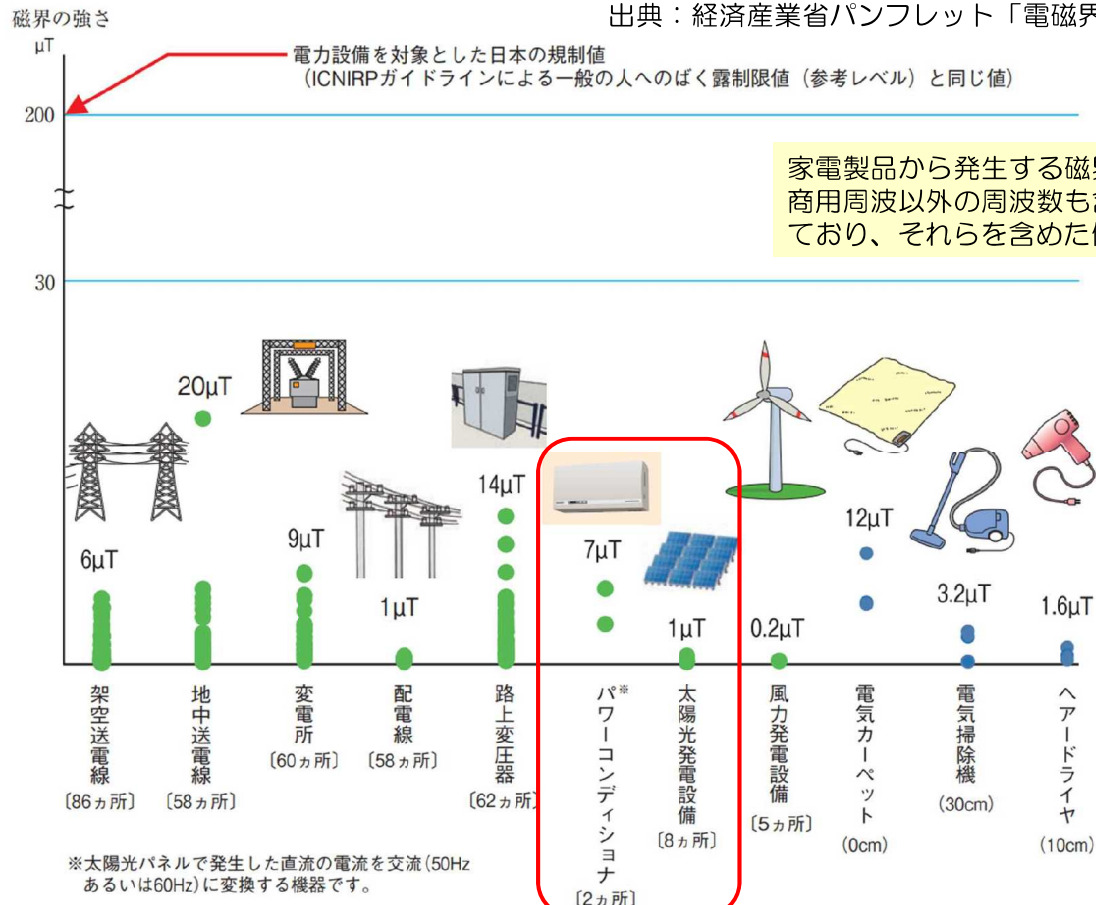
講演3の中で説明しました。

予稿集 31ページ スライド4

78

身のまわりの磁界の強さ

出典：経済産業省パンフレット「電磁界と健康」



79

事前質問 測定器

- 電磁波の計測器を購入し、電子ピアノの鍵盤を測定すると、700mG程度の強さであり赤ランプが表示され警告音が出ます。ピアノは幼児が使用していますが、健康リスクはどの程度でしょうか？

測定精度の良い機器を使用して再度磁界の強さを測定されては如何でしょうか？
電磁界情報センターの磁界測定器貸出サービスをご利用下さい。

80

事前質問

機器からの適正な距離

- 電磁波を発生する電気製品や電子機器との適正な距離を教えてください。

普段の生活の中で電磁波の健康被害は確認されていません。個々の製品に記載されている注意事項は確認する必要がある場合もありますが、原則適正な離隔距離を設ける必要はありません。

81

事前質問

電磁波の防護

- 電磁波の健康影響を防ぐ方法を教えてください。
- 電磁波防止グッズが販売されていますが、どのような商品を選べば良いかを教えてください。
- 電磁波防護のシート等について、留意すべき周波数帯や推奨される防護性能について教えてください。

事前質問 電磁波の防護

- 電磁波防護のエプロンは電磁波をどの程度遮断しますか？
- 海外では5Gを規制する動き等もあるようですが、自宅でできる対策を教えてください。

次ページに続きます

83

事前質問 電磁波の防護

- 近所に電波塔がある家に引っ越してから息子の体調が優れません。子供の健康を守るために電磁波防護対策を教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集 88ページ スライド78

WHOファクトシート集

「超低周波（ELF）」21～26ページ

「レーダと人の健康」27～31ページ

84

WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認出来ないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

https://www.jeic-emf.jp/academic/note_who_j/about/2.html

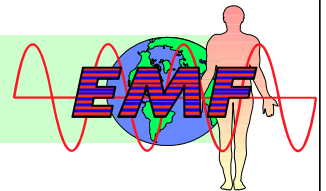
科学的研究による結論

非電離放射線の生物学的作用と医療への利用に関する分野では、この30年間に約25,000件の論文が発表されています。一部にはなお研究が必要だという意見もありますが、この分野に関する科学的知識は今やほとんどの化学物質についての知識よりも詳しくなっています。WHOは近年実施した科学論文の詳細なレビューに基づき、現在の証拠からは低レベル電磁界ばく露により健康への影響があることは確認できないと結論しました。ただし生物学的作用に関する知識にはなお欠落部分があり、さらに研究する必要があります。

<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/electromagnetic-fields>

85

防護対策



ファクトシート205「超低周波（ELF）」

WHOファクトシート集 24ページ

- 公衆：一般の公衆が特定の防護対策を講じる必要はありません。一般的に、超低周波電磁界ばく露の強い発生源のあるところはフェンスや柵などで公衆の立ち入りが制限されますから、追加的な防護対策は必要ないでしょう。

ファクトシート226「レーダと人の健康」

WHOファクトシート集 31ページ

- 近年、RF 電磁界の遮蔽特性があるとする衣服や物品が、妊婦など一般市民の中で「敏感な」人々向けに消費者市場に出現しています。この類の製品を使用することは必要ありませんし、やめさせるのがよいでしょう。それらは有効なRF 電磁界遮蔽効果を示しませんし、またこのような用具の必要性はありません。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

86

事前質問

電気自動車の電磁波

- 電気自動車の蓄電池による健康影響はあるのでしょうか？

87

自動車から発生する磁界の大きさ

各車種の最大磁界

[μ T]

電気自動車	ハイブリッド車	ガソリン車
1. 33	1. 33	4. 20

〔平成25年電気学会全国大会『定速走行時の自動車内における磁界の測定』〕

- 3車種の間では著しい差は見られず、またICNIRPガイドラインにおける磁界ばく露限度値の参考レベルより低い値でした。
- また、電気自動車、ハイブリッド車は複数のピーク周波数を持ちますが、これらの値の参考レベルに対する割合を加算した値も限度値より十分に低い値でした。

88

事前質問

植込み型医療機器への影響①

- ・ 植込み型心臓ペースメーカーへの電磁波の影響について教えてください。

講演 1 の中で説明しました。

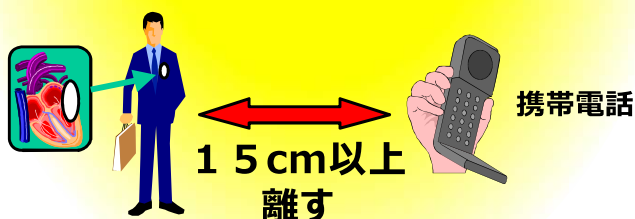
予稿集14～15ページ スライド18～21

89

各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針（一部抜粋）

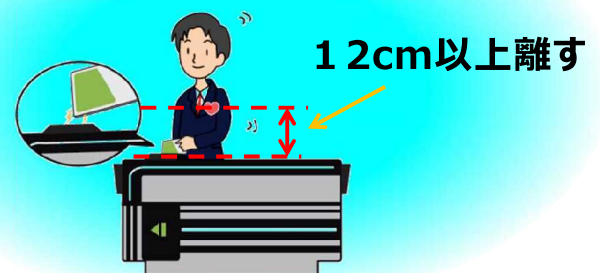
携帯電話端末

- 植込み型医療機器の装着者は・・・
装着部位から15cm程度以上離す
- 携帯電話端末の所持者は・・・
離隔距離が15cm程度以下になることがないように注意
15cm程度の離隔距離が確保できないおそれがある場合には、電波を発射しない状態に切り替えるなどの対処をすることが望ましい

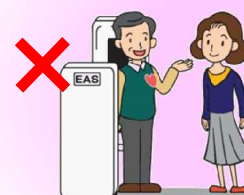


国際的に15cm以上離すよう推奨されていることから、日本でも同様に15cmを推奨離隔距離としていますが、総務省調査では、国内提供中の携帯電話方式の端末実機で影響が発生した最大距離は3cmでした（3G/W-CDMA規格）。4G及び5Gにおいては、影響は確認されていません。

ワイヤレスカードシステム （非接触ICカード）



電子商品監視（EAS）機器 （万引き防止装置など）

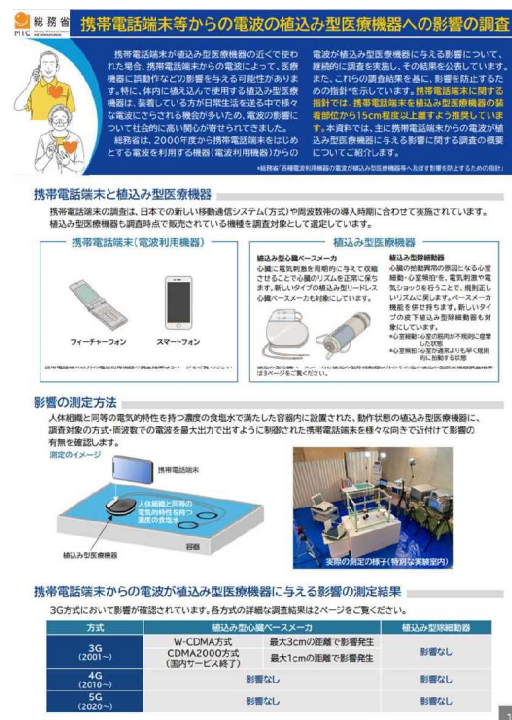


90

詳しくは、本日お配りしている資料をご覧ください。



<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/zentai.pdf>



https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/r4_appx_1_1.pdf



事前質問 植込み型医療機器への影響②

- 植込み型心臓ペースメーカーに対する太陽光発電設備、蓄電システム（インバータ等）、V2Hの影響について、どの程度離れていれば問題ないか等を教えてください。

環境省パンフレットの「身のまわりの電磁界について」の35－43ページをご参照下さい。個々の事例の詳細については分かりませんので、担当医師にご相談下さい。

事前質問

医療機器の電磁波

- レントゲンなど医療機器の電磁波は健康影響があるのでしょうか？

指針値を超えるレベルの電磁波を発生する医療機器も多く存在しますが、適切な治療を受けることによる受益はあると考えます。
ご心配であれば、担当の医師にご相談ください。

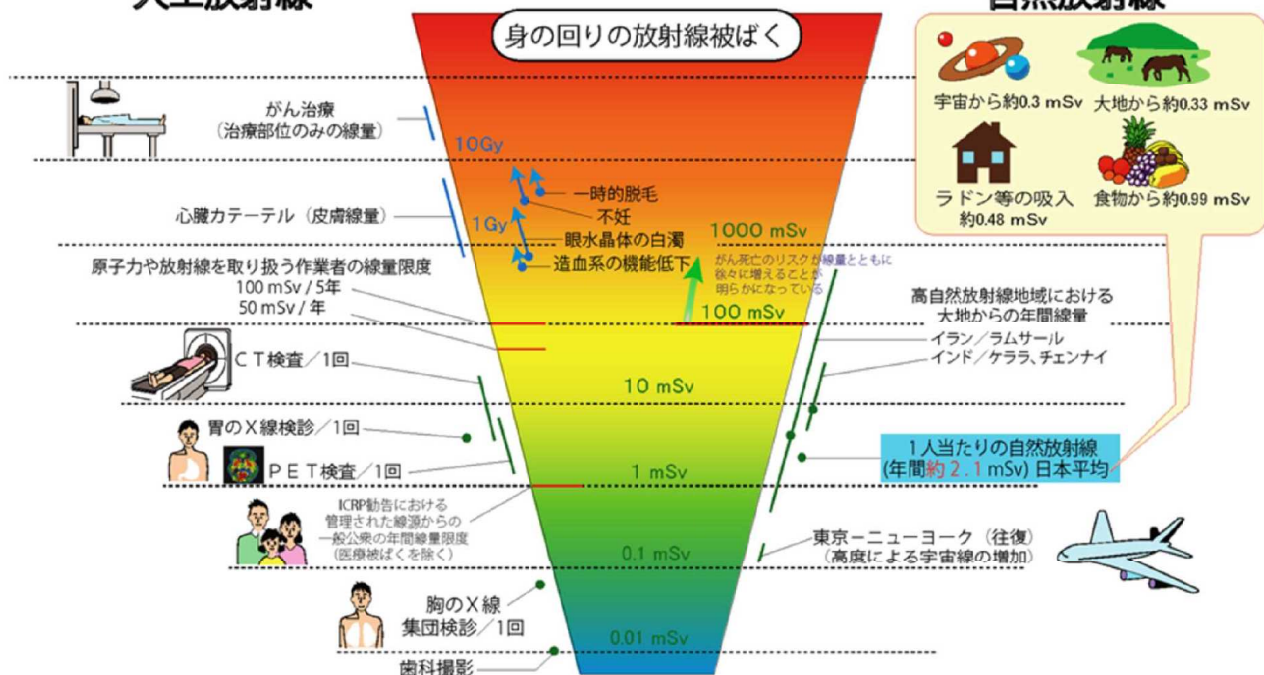
93

身の回りの放射線

被ばく線量の比較（早見図）

人工放射線

自然放射線



出典：
・国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書
・国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告
・日本放射線技術学会医療被ばくガイドライン
・新版 生活環境放射線（国民線量の算定）等により、放射線医学総合研究所が作成（2013年5月）

mSv：ミリシーベルト

94

事前質問 電磁過敏症

- 電磁過敏症について教えてください。

講演5の中で説明しました。

予稿集88ページ スライド79
WHOファクトシート集37～40ページ

95



World Health
Organization

Health Topics ▾

Countries ▾

Newsroom ▾

Em

健康全般に対する影響

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。
現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

健康全般に対する影響

電磁過敏症（EHS, IEI）

一般市民の中には、さまざまな症状群の原因は家庭での低レベル電磁界ばく露であると思う人がいます。訴えがあった症状には、頭痛、不安、自殺と抑うつ、吐き気、倦怠感、性欲減退などがあります。現在までのところ、こうした症状と電磁界ばく露の関連を裏付ける科学的な証拠はありません。こうした健康問題の少なくとも一部は、環境中の騒音やその他の要因、あるいは新しい技術の存在に関連した不安によるものかも知れません。

96

WHOファクトシート No.296

電磁過敏症 P37-40

電磁過敏症とは何か？ P37中段

- 医学的には説明できない**多様な非特異的症状**。悩まされている人々は、その原因を**電磁界へのばく露**と信じている。
- 症状の種類もその深刻度も人によって異なる。また、原因と考える電磁界発生源の種類も多様である。
- 最も一般的な症状は、皮膚への症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱性および自律神経性の症状（倦怠感、めまい、どうき）など。
- 有症率、報告される症状には地域的ばらつきもある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

97

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

研究の結論 P38

EHSに明確な診断基準はない。また、EHSと電磁界ばく露を結び付けるような**科学的根拠は存在しない**。

- EHSの人々は、EHSでない人々よりも、電磁界ばく露を**より正確に感知できることを示す証拠はない**。
- 二重ブラインド法による研究において、**症状が電磁界ばく露と関連しない**ことが示されている。
- 電磁界とは無関係の**環境因子**（屋内空気質、騒音、照明のちらつき等）、あるいは電磁界の健康影響を恐れる結果としての**ストレス反応**などを原因として示唆する研究もある。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

98

WHOファクトシート No.296 電磁過敏症

臨床医に向けた推奨 P38下段

- 影響を受ける人々に対する処置は、その人の症状および臨床像に焦点をあてるべきであり、職場や家庭の電磁界の低減または除去の要望など、その人の認知上の要求に焦点をあてるのはよくない。
- 医師と患者との間に効果的な関係を確立し、患者が状況克服の方策を立てる手助けを行い、職場復帰および通常の世界生活を目指して患者を励ますことを治療の目標とするのが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

99

ファクトシート No.296 電磁過敏症

政府に向けた推奨 P39上段

政府は、EHSの人々、医療専門家、雇用主に対して、電磁界の健康影響の可能性に関する情報をバランスよく、適切に提供するのが望ましい。

そのような情報には、EHSと電磁界ばく露との結びつきに関する科学的根拠は現在、存在しないという明確な声明を含めることが望ましい。

https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/WHO_Factsheet_All.pdf

100

- 米国では電磁波の健康影響について医学、学会で学ぶことにより医師が免許更新に必要な生涯教育の単位が取得出来、オーストラリアにも電磁波による健康問題と病気に関するガイドラインがありますが、日本では医療業界への現状共有がされていないのは何故でしょうか？

医師養成の教科目の一つである公衆衛生学で電離放射線・非電離放射線の健康影響が教授されています。一部ですが、医学系学会や医師会等での電磁波の健康影響の講義を受講することが生涯教育として単位認定されています。

事前質問 医療応用

- 高電位治療器で作用する高電圧電界は電磁波とは違うものでしょうか？また、長時間利用による電磁波の健康影響はないのでしょうか？
- 磁気治療器、磁気まくら、磁気敷布団と併用していますが、どの程度まで体に影響ないのでしょうか？

医療応用に関する内容であり、本講演会の趣旨と異なる質問であるため、回答は差し控えさせていただきます。

103

事前質問 その他

- 歯科治療など病院にかかれない場合、どうしたらいいのでしょうか？

ご質問の意図が分かりかねますので、後日事務局の電磁界情報センターにお問い合わせください。

104

資料 5

電磁界の健康影響に関する講演会

参考資料

(各会場磁界測定結果)

(参考) 大磯会場周辺の磁界測定結果

①配電線、ケーブル立上り
(大磯駅前付近)



②路上変圧器
(国道1号、大磯町役場周辺)



③受電設備
(大磯町役場周辺)



番号	測定場所	測定日	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	配電線・ ケーブル立上り	2023年 9月20日	14:46	0.10	柱上変圧器、通信線あり
②	路上変圧器		14:36	1.22	
③	受電設備		14:25	0.36	

(参考) 那覇会場周辺の磁界測定結果

①送電線
(奥武山公園駅周辺)



②配電線・ケーブル立上り
(旭橋駅周辺)



③路上変圧器
(会場周辺)



番号	測定場所	測定日	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	送電線	2023年 10月24日	8:20	0.50	電線地上高24.2m、 66kV
②	配電線・ ケーブル立上り		8:50	0.63	
③	路上変圧器		9:05	0.99	

(参考) 札幌会場周辺の磁界測定結果

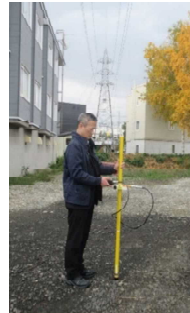
①路上変圧器
(大通駅周辺)



②配電線・
ケーブル立上り
(大通駅周辺)



③送電線
(発寒中央駅周辺)



④変電設備
(大通公園)



番号	測定場所	測定日	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	路上変圧器	2023年 11月1日	12 : 50	3.43	
②	配電線・ ケーブル立上り		10 : 47	0.23	
③	送電線	2023年 11月2日	8 : 42	0.70	電線地上高17.1m、 66kV
④	変電設備		7 : 40	0.20	

(参考) 松本会場周辺の磁界測定結果

①変電所
(朝日村)



②送電線
(南松本駅周辺)



③配電線
(講演会場周辺)



④路上変圧器
(講演会場周辺)



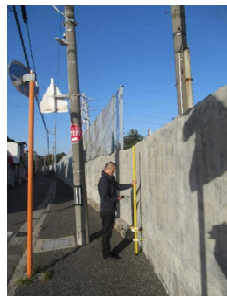
番号	測定場所	測定日 2023年	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	変電所	10月26日 10月27日	15 : 40	0.31	
②	送電線		10 : 30	0.41	電線地上高19.7m、4回線
③	配電線・ ケーブル立上り		11 : 03	0.61	電線地上高13.2m
④	路上変圧器		10 : 55	2.66	

(参考) 大阪会場の磁界測定結果

①送電線
(阪急宝塚本線庄内駅周辺)



②変電所
(庄内駅周辺)



③路上変圧器
(天満橋駅周辺)



④配電線
(天満橋駅周辺)



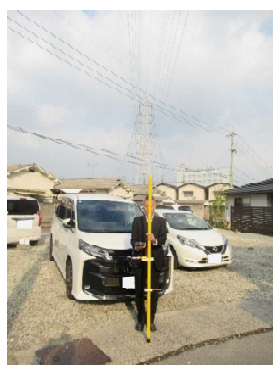
番号	測定場所	測定日 2023年	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	送電線	12月8日	8:04	2.40	
②	変電所		8:12	1.37	電線地上高13.3m、4回線
③	路上変圧器		9:24	1.93	
④	配電線		9:29	0.30	電線地上高10.3m

(参考) 高松会場の磁界測定結果

①送電線
(栗林公園周辺)



②変電所
(栗林公園周辺)



③配電線
(高松駅周辺)



④路上変圧器
(高松駅周辺)



番号	測定場所	測定日 2023年	測定時刻	磁束密度[μ T]	備考
①	送電線	12月7日	9:48	0.30	
②	変電所		9:59	0.20	
③	配電線		10:47	0.43	
④	路上変圧器		10:52	4.20	