



電磁界と公衆衛生：「無線周波数電磁界の健康影響」



このファクトシートは、1993年WHO、Genevaから発刊された環境保健基準137 "Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz)およびWHO国際EMFプロジェクト 1996年11月ドイツ、ミュンヘン会議の援助による科学的レビュー報告書に基づいています。

無線周波電磁界(以下、RF電磁界)は電磁界スペクトルの一部です。世界保健機関(WHO)の国際電磁界プロジェクト(以下、EMFプロジェクト)は便宜上、その周波数を300ヘルツから300ギガヘルツと定義しています。自然および人工発生源は種々の周波数が異なったRF電磁界を発生します。

よくあるRF電磁界発生源には、テレビモニターやパソコンなどのビデオモニター(3~30キロヘルツ)、AMラジオ(30キロヘルツ~3メガヘルツ)、工業用誘導加熱装置(0.3~3メガヘルツ)、高周波熱溶接装置、医用ディアテルミー(3~30メガヘルツ)、FMラジオ(30~300メガヘルツ)、携帯電話、テレビ放送、電子レンジ、医用ディアテルミー(0.3~3ギガヘルツ)、レーダー、衛生放送、マイクロ波通信(3~30ギガヘルツ)、太陽(3~300ギガヘルツ)などがあります。

RF電磁界は、非電離放射線(NIR)です。エックス線やガンマ線とは異なり、細胞を構成する分子の結合を破壊して電離させることはとてもできない弱いものです。しかし、RF電磁界は人類や動植物、細胞といった生体系に違った方法で影響を与えます。これらの影響はRF電磁界の周波数とその強度に依存しています。但し、これらの影響の全てが健康に悪影響を与えるものではありません。

10ギガヘルツ以上のRF電磁界は皮膚表面で吸収され、極くわずかなエネルギーだけが皮下の組織へ透過していきます。

- * 10ギガヘルツ以上のRF電磁界の基本曝露測定量は、1平方メートル当たりのワット数(W/m^2)で求めた電力密度として計測された電磁界の強度を用います。これより弱い電磁界ではミリワット数(mW/m^2)、さらに弱い場合はマイクロワット数($\mu W/m^2$)として求めます。
- * 白内障ややけどのような健康障害は、周波数が10ギガヘルツ以上のRF電磁界に、電力密度が $1000 W/m^2$ 以上で曝露される必要があります。そのような電磁界強度には日常生活では遭遇することはありません。強力なレーダー至近距離でのみ存在します。現行の基準はそのような場所へのヒトの立ち入りを阻んでいます。

1メガヘルツから10ギガヘルツまでのRF電磁界は、照射された組織を通過し、組織でのエネルギー吸収にともなって、熱を発生させます。RF電磁界の組織へ浸透する深さは、その周波数に依存し、周波数が低ければ低いほど深くなります。

- * 組織内でのRF電磁界によるエネルギー吸収は、単位組織量の比エネルギー吸収率(以下、SAR)として、計算されます。そのSARの単位は、キログラム当たりのワット数(W/kg)です。SARは、1メガヘルツから10ギガヘルツまでのRF電磁界の基本的な曝露測定量となります。
- * この周波数範囲のRF電磁界にヒトが曝露を受けて、健康障害を引き起こすには少なくとも $4W/kg$ のSARが必要です。そのようなエネルギーは、立ち入ることのできな

い、高いタワーの頂上にある強力な FM アンテナから数十メートルの範囲でのみ存在しています。

- * 1メガヘルツから10ギガヘルツまでのRF電磁界に曝露をうけることによるほとんどの健康障害は、組織や身体の温度が1℃以上上昇したことによる誘導加熱の反応です。
- * 体組織の誘導加熱は、体温が上昇による精神的肉体的作業効率の低下を含む、さまざまな生理学的あるいは温熱生理的反応を引き起こすことがあります。これに類似した影響は、高熱環境での作業や長期にわたる高い発熱などの熱ストレスに遭遇した人々が経験しています。
- * 誘導加熱は胎児の成長に影響を与えるかもしれません。出生時欠損症は胎児体温が数時間2-3℃も上昇することで発生するでしょう。誘導加熱は男性の生殖機能にも影響を与えるし、白内障を誘発します。
- * ほとんどのRF電磁界研究は1メガヘルツ以上の周波数で行われ、日常生活では通常遭遇することのない、強いレベルのRF電磁界に短期間曝露された結果を検討していることを忘れてはなりません。

1メガヘルツ以下のRF電磁界は、大して加熱作用をもたらしません。それよりも1平方メートル当たりのアンペア数(A/m²)の電流密度として計測できる、電流と電界を組織に誘導します。電流密度は1メガヘルツ以下のRF電磁界の基本的な暴露測定量となります。

- * 生体内で起こる多くの化学反応に伴う電流密度は通常約10mA/m²です。
- * 少なくとも100mA/m²以上の誘導電流密度は、正常な身体機能を妨げるとともに受動的な筋肉の硬直を引き起こします。

日常生活環境に存在する低密度のRF電磁界曝露によって生じるさまざまな影響が報告されています。その影響は他の研究者が調べても報告どおりの結果が再現されることもなく、その報告が健康に如何なる影響をもたらすか不明であるにもかかわらず、発がんのリスク上昇という観点から重要な関心を集めています。そこで、EMFプロジェクトでは、これらの報告を再評価しております。

RF電磁界曝露とがん：現在の科学的根拠からはRF電磁界の曝露によって発がんを誘発したり、がんを助長することは、あり得ません。

- * 動物を用いたがんの研究では、がんの発生率を増加させるという確たる証拠はありません。無線基地アンテナの近く(0.65 m)から、移動通信に用いられるRF電磁界の曝露を受けたという設定条件で行った最近の研究では、遺伝子組み替えを行ったマウスのがん発生率が増加することが分かりました。このような結果がヒトでも起こるかどうに近い将来研究を行うことになるでしょう。
- * 多くの人の健康に関する疫学研究が、RF電磁界曝露とがんの過剰リスクとの関連性に着目して実施されてきました。今日に至るまで、これらの疫学研究では、結果の不一致の理由から、RF電磁界曝露によるヒトのがんリスクを適切に評価するに足るだけの情報は得られていません。その理由として、RF電磁界による過去の被曝評価や被曝者の同定を含む、研究計画、実施方法、解釈の違いがあると思われます。

熱作用が起こり得ない低レベルのRF電磁界曝露でも、ネコやウサギの脳内カルシウムイオン移動に伴う活動電位の変化が報告されています。この影響は、細胞や取り出された組織の実験でも生じると報告されています。他の研究ではRF電磁界が、細胞の分裂速度や、酵素の活性、細胞の遺伝子(DNA)を変化させると報告しています。しかし、これらの影響は十分に確認されなかったり、その変化がヒトへの曝露を制限する根拠になり得るだけの健康影響をもたらすとは考えにくいのです。

電磁障害とその他の影響：携帯電話など種々の電気機器の一般的使用が、他の電気機器に

電磁障害を起こすことがあります。ですから、携帯電話の使用、とりわけ病院内の集中治療室で用いられる敏感な医用電気機器の周囲での使用に対する注意が必要です。めったには起こりませんが、携帯電話は心臓のペースメーカーや補聴器などの医療機器に障害をもたらすこともあります。これらの医療機器を使用しているヒトは医者にご相談して、使用している機器の安全性を調べるべきです。

自然発生源からのRF電磁界は、非常に弱い出力しか持っていません。もっとも大きな自然発生源である太陽からのRF電磁界の強さは、**0.01mW/m²**以下です。RF電磁界の人工的発生源は、身近な環境で観察され、**一般社会、家庭、職場**に存在しています。

- * **一般社会**：この環境中で観察されるほとんどのRF電磁界は、商用ラジオやテレビ放送と、**電気通信施設**から発生しています。電気通信施設からのRF電磁界曝露レベルは、ラジオやテレビ放送より低いのが普通です。米国で行われた調査によると、**大都市でのRF電磁界バックグラウンドレベルは約 50 μW/m²**です。大都市生活者の約1%は**10mW/m²**以上のRF電磁界に曝されています。送信局やレーダー設備に近接している地域では、これ以上のレベルになることがあります。
- * **家庭**：家庭内のRF電磁界発生源には、電子レンジ、携帯電話、盗難報知器、ビデオ、テレビなどがあります。電子レンジは、大変強いRF電磁界発生源になり得ますが、この電磁界の漏れを防ぐように電気製品作成基準によって保護されています。全体としては、家電製品からのRF電磁界バックグラウンドレベルは低く、**数十 μW/m²**です。
- * **職場**：いくつかの処理システムでRF電磁界を使用しています。例えば、合板やプラスチックの溶着用の誘電加熱器、工業用の誘導加熱器や電子レンジ、身体の炎症や痛みを和らげるための医用透熱療法器、出血防止やメスとして使用する電気手術用具などが上げられます。これらのシステムを操作する人、特にRF電磁界を用いた加熱器や溶着装置を行う工場や医用透熱療法室では、かなり過剰な電磁界被曝をうけることとなります。職場内のRF電磁界発生源近傍では**数十W/m²**を越えることがあります。そのような被曝レベルに対する防護対策が各国あるいは国際的に行われています。
- * 比較的高い RF 電磁界の被曝が、**送信アンテナやレーダーシステムの近傍**で働いている**放送、輸送、通信産業**の労働者に起こり得ます。見逃してはいけないものに同様の作業を行う**軍人**がいます。RF 電磁界の民間や軍事使用に対してほとんどの国で強い規制を行っています。

安全基準：RF 電磁界を発生させる機器は安全で且つ、他の電気機器に電波障害を与えないために、国際的な基準が設定されています。RF 電磁界への曝露限界は WHO から正式に承認された非政府組織である、**国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)**によって、定められています。ICNIRP のガイドラインは、熱作用や非熱作用を含む、厳正に再評価された全ての科学的論文を再検討することによって、決められています。**RF 電磁界曝露限界は、日常生活で遭遇するレベルよりはるか上にあります。**その基準は、健康障害をもたらすことが確認されている生物学的な影響を評価することに基づいています。EMF プロジェクトの目的は、低いレベルの RF 電磁界曝露によって生じると報告されている生物学的影響が、果たして健康障害を起こすかどうかを決めることにあります。もし、そのような障害が分かった場合は、ヒトへの曝露限界に対して再評価をすることになると思われます。

まとめ：

RF 電磁界曝露は**加熱作用**や身体組織に**電流を誘導**します。加熱作用は 1 メガヘルツ以上高周波 RF 電磁界が主として作用し、1 メガヘルツ以下では RF 電磁界曝露に伴う身体組織に電流を誘導することが主作用となります。

1996 年 11 月ミュンヘンで EMF プロジェクトに基づいて行われた科学的再検討では、**現段階での科学的報告によれば、RF 電磁界曝露が、ヒトの寿命を短縮させたり、がんを誘発したり、促進させるという確信の持てる証拠はないと結論付けています。**

しかし、同再検討では同時に、より詳細な健康リスク、特に低レベルの RF 電磁界曝露によるがんリスクについて、今後も研究が必要であることも強調しています。

より詳細な情報をお求めの方はジュネーブ、WHO の Press and Public Relations 電話 +41-22-791-2599、Fax +41-22-791-4858、Email: info@who.int へご連絡ください。