

電磁界と公衆衛生

無線周波電磁界の健康影響

このファクトシートは、環境保健クライテリア137「電磁界 (300 ヘルツ- 300 ギガヘルツ)」(WHO、ジュネーブ、1993 年) と WHO 国際電磁界プロジェクト主催による科学的レビュー報告書 (WHO、ミュンヘン、ドイツ、1996 年11 月) に基づいています。

無線周波 (RF) 電磁界は電磁界スペクトルの一部です。WHO の国際電磁界プロジェクトの目的においては、この電磁界は、10 メガヘルツ (10,000 キロヘルツ) と 300 ギガヘルツの周波数範囲内のものと定義しています。自然および人工発生源は様々な周波数の RF 電磁界を発生します。

一般的な RF 電磁界発生源には、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、医療用ジアルテルミー(0.3-3 ギガヘルツ)、レーダ、衛星通信、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、RF 電磁界のエネルギーは細胞内の分子の結合を破壊して電離させるには余りにも弱いものです。しかし、RF 電磁界は細胞、動物、ヒトなどの生体に様々な影響を与える可能性があります。これらの影響は RF 電磁界の周波数と強度に依って決まります。これらの影響の全てが健康に有害な影響となるわけでは決してありません。

10 ギガヘルツ以上の RF 電磁界は皮膚表面で吸収され、非常に僅かのエネルギーだけが皮下の組織へ浸透します。

- 10 ギガヘルツ以上の RF 電磁界のばく露測定には、電磁界の強度という基本的な物理量を用います。強度は電力密度で測り、1 平方メートル当たりのワット (ワット/平方メートル: W/m^2) で表します。弱い電磁界は、ミリワット/平方メートル (mW/m^2)、またはマイクロワット/平方メートル ($\mu W/m^2$) で表します。
- 白内障や皮膚の熱傷のような有害な影響が 10 ギガヘルツ以上の RF 電磁界へのばく露により生じるためには、 $1000 W/m^2$ 以上の電力密度が必要です。そのような電力密度は日常生活では見当たりません。そのような電力密度は強力なレーダの極めて近傍に存在します。現行のばく露基準は、そのような場所に人が居ることの無いように定められています。

10 メガヘルツから 10 ギガヘルツまでの RF 電磁界はばく露された組織へ浸透し、組織でのエネルギー吸収による熱を生じさせます。組織への浸透深度は周波数に依って決まり、周波数が低ければ低いほど深くなります。

- 組織での RF 電磁界からのエネルギー吸収は、一定の組織の質量における**比吸収率(SAR)**で測ります。SARの単位は、**キログラム当たりのワット(W/kg)**です。SARは、1メガヘルツから10ギガヘルツまでのRF電磁界のばく露測定に用いられる基本的な物理量です。
- この周波数範囲のRF電磁界にばく露された人体に有害な影響が生じるには少なくとも**4W/kg**のSARが必要です。そのようなエネルギーは強力なFMアンテナから数十メートルの範囲にのみ見られますが、高いタワーの頂点におかれているため、そのような場所へは接近不可能です。
- 1メガヘルツから10ギガヘルツまでのRF電磁界へのばく露により生じる**最も有害な影響**は、**誘導加熱**に対する反応として組織や身体に**1℃以上の温度上昇**を生じさせることと密接に関係しています。
- 身体組織の**誘導加熱**は、体温上昇にしたがって精神的または身体的作業能力が低下することを含め、様々な**生理学**的および**体温調節系の反応**を引き起こすことがあります。同様の影響は、高温環境での作業や長期間の発熱などの熱ストレスを受けた人で報告されています。
- 誘導加熱は**胎児の発達**に影響を与えるかもしれません。胎児体温が数時間にわたり**2-3℃**上昇する場合に限り、**出生時欠損症**が発生するかも知れません。誘導加熱は**男性の不妊**に影響を与えることがあり、また**白内障**の誘発に至ることがあります。
- 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、日常生活では通常見られない、強いレベルのRF電磁界への急性ばく露の結果を調べたものであることを良く認識することは重要です。

生活環境に存在するような**低い強度のRF電磁界**へのばく露により身体が受けるその他の影響についての報告があります。しかし、そのような影響は、別の実験室での研究によって確認されていないか、または健康にとってどのような意味があるのか不明であります。ただし、がんのリスク上昇に関する重要な健康上の懸念をこれらの研究は提起しています。このため、**国際電磁界プロジェクト**ではこれらの研究の監視と評価を続けています。

RF電磁界ばく露とがん: 現在の科学的証拠は、RF電磁界ばく露ががんを誘発または促進するとは考えにくいことを示しています。

- 動物を用いたがん研究はがん発生への影響について説得力のある証拠を提供していません。最近の研究は、遺伝工学的に操作されたマウスにRF送信アンテナ近傍(0.65m)でのばく露を行い、携帯電話と同様のRF電磁界ががん発生率を上昇させることを見出しました。この結果とヒトのがんとの関連性を明らかにするため、一層の研究が実施されることでしよう。
- 多くの疫学研究(**人の健康**)はRF電磁界ばく露とがんの過剰リスクとの関連の可能性を取り扱っています。これまでのところ、これらの研究結果に一貫性がないため、RF電磁界ばく露によるヒトのがんリスクの適正な評価に必要な情報をこれらの研究は提供していません。なぜならば、実際にかなり大きなRF電磁界ばく露を受け、しかもそのばく露について遡及的評価がなされている人口集団の同定を含め、これらの研究のデザイン、実施お

よび解釈において違いがあるためと考えられます。国際電磁界プロジェクトはこの領域の研究の調整を進めています。

加熱が生じ得ないほど**低いレベルの RF 電磁界ばく露**が、ネコやウサギにおいて、カルシウムイオンの流動性を変化させることによって脳の電気的活動を変化させることが報告されています。単離された組織や細胞においても、この影響は報告されています。他の研究では RF 電磁界が、細胞の分裂速度、酵素の活性、細胞の DNA 内の遺伝子に変化を与えることが報告されています。しかし、これらの影響は十分に確立されていませんし、また人の健康にとっていかなる意味を持つものか十分に理解されていませんので、人体ばく露を制限する根拠になりません。

電磁干渉とその他の影響：携帯電話や一般に使用されているその他の多くの電気機器は、他の電気機器と電磁干渉を起こすことがあります。したがって、病院の集中治療室で用いられる電磁干渉を受けやすい医用電気機器の周囲で携帯電話を使用することには注意が必要です。稀な例ですが、携帯電話は心臓ペースメーカや補聴器などの医療機器とも電磁干渉を起こすことがあります。このような機器を使用している人は、その機器の電磁干渉に対する感受性を明確に知っておくために医師に相談するのがよいでしょう。

自然発生源からの RF 電磁界は非常に低い電力密度です。主な自然発生源である**太陽からの RF 電磁界の強度は、0.01 mW/m² 未満**です。身近な環境中に見られる RF 電磁界の大半を放射している**人工的発生源は、地域社会、家庭、職場**における発生源に分けて考えることができます。

- **地域社会**：この環境中に見られる RF 電磁界の大半は、商用ラジオとテレビ放送、および**電気通信設備**によるものです。電気通信設備からの RF 電磁界ばく露はラジオやテレビ放送からのものより一般的に低いです。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%が 10 mW/m² 以上の RF 電磁界にばく露されています。高めの RF 電磁界レベルとなるのは、送信局やレーダ設備に近接する地域です。
- **家庭**：家庭内の RF 電磁界発生源には、電子レンジ、携帯電話、盗難警報器、ディスプレイ端末、テレビなどがあります。電子レンジは、元来、高レベル RF 電磁界の発生源ですが、マイクロ波の漏れ制限を定めた製品性能基準が適用されています。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**：RF 電磁界ばく露のレベルが比較的高いのは、**放送、輸送、通信産業**において作業者が RF 送信アンテナおよびレーダ設備に**接近して**作業する場合です。このような作業グループの一つとして重要なものは**軍人グループ**です。ほとんどの国には、RF 電磁界の民需および軍需使用を管理する厳しい規制があります。

安全基準：RF 電磁界を発生する機器が安全で、かつその使用が他の機器と電磁干渉を起こさないことを確保するために、国際的な基準が採用されています。RF 電磁界に対するばく露制限は、WHO から公式に認められた非政府組織である**国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)**によって策定されています。ICNIRP のガイドラインは、熱作用および非熱作用を含め、全ての査読された科学的文献のレビューを経て、策定されました。RF 電磁界の制限値は**生活環境中で見られるレベルを十分に上回っています**。その基準は、健康影響をもたらすことが確立されている生物学的影響の評価を根拠としています。国際電磁界プロジェクトの目的は、低いレベルの RF

電磁界ばく露で報告されている生物学的影響が何らかの健康への有害な影響となるか否かを明らかにすることです。もし、そのような健康影響が見出されるならば、人体ばく露の制限値は見直されることになるでしょう。

RF 電磁界ばく露は身体組織に熱を生じさせることがあります。熱を生じさせることは高い周波数範囲（10メガヘルツ以上）のRF電磁界での主な相互作用です。

国際電磁界プロジェクトが主催したWHOの科学的レビュー（ミュンヘン、1996年11月）の結論は、現在の科学的文献によれば、RF電磁界ばく露が人の寿命の短縮、がんの誘発または促進を起こすことについての説得力のある証拠はない、というものです。

しかし、同レビューでは、健康リスクのより完全な把握のため、特に低レベルのRF電磁界ばく露によるがんリスクの可能性について、一層の研究が必要であることも強調しています。

(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次が原文にできるだけ忠実に作成いたしました。文意は原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原文でご確認下さい。(2011年5月)