



電磁界と公衆衛生：「超低周波（ELF）」

全ての人は、われわれの環境に浸透している、異なった周波数を持った複雑な電磁界 (electromagnetic fields: EMF) に曝されています。多種多様な周波数を持つ電磁界の曝露は、技術革新が継続し、いろいろな周波数電磁界への新しい応用が発見されるため、今後も増え続けるでしょう。

日常生活や医療において電気の使用は、計り知れない価値をもたらしていますが、過去 20 年間、一般市民は超低周波数(ELF)の電界および磁界曝露に伴う健康障害の可能性についてだんだん関心を持ち始めています。そのような曝露は 50/60 Hz の周波数の電気エネルギーの伝達や使用により生じます。

世界保健機関(WHO)は、この電磁界の健康問題について国際電磁界プロジェクトを介して取り組んでいます。電磁界曝露によるどのような健康影響でもこれを明らかにし、必要であればこれを軽減させる適切な手段を講じます。現在の研究結果は、矛盾点がしばしば見られます。その結果、市民の心配、混乱および安全性を担保できるという結論を得られるという自信の欠乏を助長することになります。

この資料の目的は、ELF 電磁界曝露と職場や地域内での健康影響の可能性について情報を提供することにあります。情報は、本件に関する WHO あるいは著名な権威のある研究機関によって最近検討した結果から提供されています。

ELF電界および磁界

電磁界は下に示すような共に伝搬する電界と磁界によって構成されています。電磁界は光速で移動し、その周波数と波長によって特定されます。周波数は単位時間当たりの振動数で、ヘルツ (1 Hz = 毎秒 1 サイクル) という単位で計測され、波長は波が 1 回振動 (1 サイクル) するときの伝搬距離で表されます。

ELF 電磁界は周波数が 300 Hz までの電磁界と定義しています。周波数が低い場合、その波長は非常に長くなります (50 Hz では 6000 km、60 Hz では 5000km) ので、現実には電界と磁界とはお互いに独立して作用し、別々に取り扱われています。

電界は電荷によって発生します。電界はその中に存在する他の電荷を制御しています。その強さは単位メートル当たりのボルト(V/m)あるいはキロボルト(kV/m)で表されます。ある物体に電荷が蓄積するとき、電荷は同じ荷電によって反発し、反対の荷電によって引き付けられる性質があります。この性質の強さは電圧に依存し、電圧 (ボルト : V) という単位で表されます。電気のコンセントとつながっている電気製品であれば、スイッチが切られていても、電源の電圧に比例した電界を持っています。電界は機器に近ければ近いほど強く、そこから離れると減弱します。木材や金属などの日常品で電界を遮蔽することができます。

磁界は、電荷が動くこと、即ち**電流**が生じることで発生します。磁界は移動する電荷の動きを規定します。その強さは単位メートル当たりのアンペア(A/m)という単位で表されますが、通常は、これに対応する磁気誘導単位であるマイクロテスラ(μ T)、ミリテスラ(mT)、テスラ(T)で表されています。国によっては磁気誘導を計測するために、他の単位であるガウス(G)を使用しています (10,000 G = 1 T, 1 G = 100 μ T, 1 mT = 10 G, 1 μ T = 10 mG)。コンセントにつながっている電気製品は、機器のスイッチが入って電流が流れていると、その電流に見合った磁界を持っています。磁

界は機器に近ければ近いほど強く、そこから離れると減弱します。磁界はほとんどの日常品では遮蔽されず、これを容易に透過します。

発生源

自然発生する 50/60 Hz の電界および磁界のレベルは極めて低く、それぞれ 0.0001 V/m および 0.00001 マイクロテスラ程度の極く弱いものです。ELF 電磁界による人間への曝露は、主として発電、送電、電気製品の使用に関連して起こります。地域社会、家庭、職場における ELF 電磁界の発生源やその曝露レベルの上限を説明しましょう。

地域社会：発電所からの電気エネルギーは、高圧送電線を介して地域社会へ分配されていきます。変圧器は家庭に電気エネルギーを運ぶための住宅用配電線へつなぐために電圧を低下させるために用いられます。送電線直下の電界および磁界の強さは、それぞれ約 12 kV/m および 30 マイクロテスラです。発電所や変電所の近辺では、電界は最大 16kV/m、磁界は最大 270 マイクロテスラに達することがあります。

家庭：家庭内の電界および磁界は、送・配電線からの距離や、家庭内で使用される電気機器の種類とその数や、電線の配線位置や配列形式など、多くの要因に依存します。ほとんどの家庭用電気製品や設備の周囲の電界は 500 V/m、磁界は 150 マイクロテスラを越えることはありません。そして、その強さはいずれも距離が近ければ高いのですが、離れるにつれて急速に減弱します。

職場：電界も磁界も工場の電気設備や配線の周囲で発生します。送電線や配電線の保守を行う作業者は非常に強い電界と磁界に曝されているかもしれません。発電所や変電所内部では電界が 25 kV/m、磁界が 2 ミリテスラとなることがあるかも知れません。溶接工は 130 ミリテスラにも達する磁界に曝され得ます。誘導加熱炉や工業用電解セルの側では磁界が 50 ミリテスラにもなり得ます。事務職員がコピー機や VDT などの電気製品を使用する際の電磁界に曝露されますが、はるかに少ない量です。

健康影響

生体と ELF 電磁界との相互作用は、生体内部に電界と電流を誘導することによってのみ生じると考えられます。しかし、日常生活環境下で遭遇する ELF 電磁界に起因する誘導電流の強さは、生理的に生体内で発生する電流よりも弱いのです。

電界に関する研究：体表面に誘導される電荷による刺激作用を除けば、現段階では 20 kV/m までは影響がないか、ほとんど無いと考えられます。100 kV/m 以上の電界でも動物の繁殖や成長に何ら影響を与えることはないことが分かっています。

磁界に関する研究：日常生活環境で遭遇する ELF 磁界の強さでヒトの生理機能や行動に影響を与えるという確たる実験的な証拠はほとんどありません。5 ミリテスラまでの ELF 磁界の数時間に及ぶヒトボランティアへの曝露でも、血液性状、心電図、心拍数、血圧、体温といった臨床的、生理的指標にほとんど影響をあたえることはありません。

メラトニン：何人かの研究者は、昼と夜のリズムに関連が深いメラトニンというホルモンの分泌を、ELF 電磁界曝露が抑制する可能性を指摘しています。メラトニンには抗乳がん作用があるとされていることから、その抑制は既に他の要因で発がんされた乳がんの発生率の増加を招くかも知れないというものです。実験動物ではメラトニンへの影響があることはある程度の証拠はありますが、ボランティア実験によると、ヒトではこのような変化は確認されていません。

がん：ELF 電磁界曝露が DNA を含む生物学的分子を直接損傷するという確たる証拠はありません。つまり、発がんの引き金となるとは考え難いのです。しかし、ELF 電磁界曝露ががんの促進やそれを手助けすることに何らかの影響をあたえるかどうかは現在検討中です。最近の動物実験ではがんの発生率に影響を与えるという証拠は見つかっていません。

疫学研究：1979 年ワートハイマーとリーパーは、小児白血病と家までの配電線指標との関連を報告しました。それ以来、この重大な結果を追跡するため、多くの研究が実施されました。1996 年米国国立科学アカデミーによるこれらの報告をまとめて分析した結果、電力線近くの住民では、小児白血病のリスクは上昇（相対的なリスクが 1.5、注記：リスクが 50%増加することを意味する）するが、他の小児がんにはそのような上昇は見られません。住民曝露と成人がんと同様の因果関係も同

様に、これらの疫学研究結果からは関連が見られません。

ここ十年の間に ELF 電磁界への職業曝露に関する疫学研究が多く実施されましたが、結果は一致していません。電気労働者において白血病のリスクが少し上昇する可能性を指摘する報告があります。しかし、その多くは労働環境での化学物質曝露といった交絡因子を十分考慮して分析していません。また、ELF 電磁界曝露評価量と曝露を受けた労働者の発がんリスクとの相関も良くありません。それ故、ELF 電磁界曝露と発がんとの因果関係は未だ確かめられていません。

米国国立環境衛生研究所パネル：米国国立環境衛生研究所(NIEHS)は、5年計画の RAPID 計画を終了しました。RAPID 計画は健康に影響を与える可能性があるとして報告された研究を再現・拡大し、ELF 電磁界曝露によっていかなる健康影響でも、本当にあるかどうかを決定するための研究を実施しました。1998年6月に、NIEHSはその研究結果を再評価するため国際的ワーキンググループを召集しました。その結果ワーキンググループは、国際がん研究機関(IARC)が設けた評価基準を用いて、ELF 界は「発がん性があるかもしれない”Possible human carcinogen” (訳注：possible は、理論的に可能であるがその可能性は低いことを意味している)」という判断を下しました。

IARCによる科学的証拠に基づく科学的分類では、“Possible human carcinogen”は、3種類のカテゴリー（「発がん性があるかもしれない”Possibly human carcinogen”」、「恐らく発がん性がある”Probably human carcinogen”」、「発がん性ある”Carcinogenic to humans”」）の中で、最も弱い分類に相当します。IARCは更に科学的証拠に基づいて「分類できない」や「ヒトへの発がん性は恐らくない」という2種類のカテゴリーを設けていますが、NIEHS ワーキンググループは2種のカテゴリを越えるだけの十分な証拠があると判断しました。

「発がん性があるかもしれない」という分類は、その原因物質（注：この場合は ELF 電磁界）には、ヒトでの限定的な証拠と動物実験では不十分な証拠しか得られていない場合を意味しています。このように、**分類は科学的証拠の強固さに基づいて判断されており、その原因物質の発がん性の強固さやがんのリスクに基づきません。**よって、「発がん性があるかもしれない」は、ELF 電磁界による曝露はがんを発生させるかもしれないことを示唆する限定的な証拠があるという意味です。しかしこれまでの証拠から ELF 電磁界曝露はがんを発生させることを無視することはできませんので、この件に解決するために、よりの絞った高度な研究が今求められます。

NIEHS ワーキンググループの判断は、電力線付近に住む住民において小児の白血病に罹るリスクが見かけ上高いと指摘する、比較的一致した疫学研究結果に基づいています。この関連は、小児白血病発生率と電力線への近接性あるいは家庭内で24時間計測した磁界との関係した研究で、支持されています。さらに、NIEHS ワーキンググループは労働環境において、慢性リンパ性白血病の発生率増加に対しても限定的な証拠を認めています。

国際的電磁界プロジェクト

世界保健機関(WHO)の国際電磁界プロジェクトは、電磁界曝露によって生じる健康問題を解明するために発足しました。科学的な再評価作業に着手し、まだ不明な部分を明らかにします。この作業は、より良い健康リスク評価が可能となるように、これから数年間の研究計画にも盛り込まれています。正式な専門家グループ会議が、研究結果を2001年までに評価するように国際がん研究機関によって計画されています。詳細については世界保健機関国際電磁界プロジェクトのホームページ、<http://www.who.ch/emf/> をご覧下さい。

国際的規準

国際非電離防護放射線委員会(ICNIRP)は、すべての電磁界についての曝露ガイドラインを発表してきました。ガイドラインは既知の健康影響や外部電界中の荷電された物体に接触した際に発生する健康影響に対して、十分な防護を与えています。多くの国々から勧告された電磁界曝露規準は、世界保健機関が正式に承認した非政府組織(NGO)で、且つこの国際電磁界プロジェクトの完全なパートナー組織ある国際非電離防護放射線防護委員会の規準に類似しています。国際電磁界プロジェクトが新たな健康リスク評価を終えた段階で、もう一度国際非電離防護放射線防護委員会のガイドラインを見直す予定です。

防護対策

金属製のフェンスや障害物、その他類似金属構造物のような大きな導電性の物体が高圧送電線近辺に常時設置する場合は、接地（アース）をする必要があります。もしそのような物体が接地されないと、送電線は、人がその物体近くに接近したり、接触すると不快なびっくりさせられるショックを受ける程の高電圧を、物体に蓄電することがあります。高圧送電線の直下や極く近くに駐車したバスや自動車に接触する時も、人は同様なショックを受けるでしょう。

一般市民：現在の科学情報では、通常的生活環境で遭遇するレベルの ELF 電磁界曝露が健康に悪影響を与える可能性はごく弱く指摘されているものの、立証はされていないので、一般の市民が特別な防護対策を講じる必要はありません。強い ELF 電磁界曝露源には、一般市民がフェンスや障害物などで原則的に立ち入れないようにしてありますので、追加的な防護対策は不必要でしょう。

労働者：50 または 60 Hz の電界曝露への防護は遮蔽材使用により容易に達成できます。この対策は非常に強い磁界環境下の労働者にのみ必要となります。より一般的には、強い電界が大変広範囲にある場合、人の立ち入りが禁止されます。一方、ELF 磁界に対する現実的且つ経済的遮蔽材は存在しません。磁界が大変強い場所に対する現実的な防護策は人の立ち入りを制限することしかありません。

電磁干渉

- 強力な ELF 電磁界は心臓ペースメーカーや他の体内に移植した医用電子機器に電磁干渉(EMI)を生じさせます。この種の医療機器を使用している人はかかりつけの医師にその機器が影響を受けるかどうか相談してください。世界保健機関は、これらの機器の製造に電磁干渉を受けにくいように改良することを勧告しています。
- 事務職員は、コンピューター端末のスクリーン上を動く映像を見ることがあるかも知れません。もし、この周囲環境の ELF 磁界強度が約 1 マイクロテスラ(10 ミリガウス)以上ある場合、スクリーン映像を作り出す電子と干渉を起こす可能性があります。この問題に対する簡単な解決方法は、コンピューターを磁界強度が 1 マイクロテスタ以下の場所に移動させることです。このような磁界強度は、事務所やビルに電力線を提供するケーブルの近くや、ビルに電力を供給する変圧器の周囲で生じます。これらの発生源からの磁界強度は健康に関する事象を引き起こすレベルより一般的にはかなり低いものです。

騒音、オゾン、コロナ

ブーンといった騒音がコロナ（下記参照）発生している高圧送電線や変電所の周囲で聞こえると思います。この騒音は気に障るものですが、騒音と電磁界の健康影響とは直接の関連はありません。

コピー機など、機動させるために高電圧を使用するあらゆる電気製品は、ある種の刺激臭を持った無色のガスであるオゾンが発生させる可能性があります。空中での電気放電は、酸素をオゾンに変化させます。人はオゾン臭を容易に嗅ぎつけられますが、コピー機や類似機器周囲での濃度はオゾンの健康規準よりかなり低いのです。

空中でのコロナあるいは電気放電は高圧送電線周囲で生じます。湿度が高い夜や降雨時に時々眼で見ることができ、騒音やオゾンをも発生させます。その騒音レベルやオゾン濃度では健康に影響を与えることはありません。

プロジェクト進行中に何をすべきか？

国際電磁界プロジェクトの目的の一つは、各国当局が電磁界技術利用のもたらす利益と証明された全ての健康障害という損失とを比べて判断したり、もし必要である場合には防護対策を立てる際に、手助けをすることです。プロジェクトで必要な研究が終了し、世界保健機関がこれを評価・報告するには年数が必要です。その間、世界保健機構は以下を勧告します。

- 現行の国または国際的安全基準の遵守：**現在得られている知識の基づいた、このような基準は、地域住民の全てのひとを防護するために作られています。

- **簡単な防護対策**: 強いELF電磁界発生源周囲のフェンスや障害物は、国または国際的な曝露限界を越えるような区域への無認可な接近を防ぐのに役立ちます。
- **新しい送電線敷設地設定での住民や自治体当局への協議**: 言うまでもなく送電線は消費者に電力を供給する場所に敷設すべきです。送・配電線周囲のELF電磁界レベルでは健康リスクにならないと考えられていますが、敷設地の決定は住民の関心や景観を考慮することが求められます。計画段階での情報開示と電力会社と住民との間での討論は住民の理解と新たな施設の受け入れを高める手助けとなります。
- **健康情報の効果的伝達システムとコミュニケーション**が科学者、行政府、産業界、公衆の間で形成されることで、ELF電磁界曝露を取り扱うプログラムに対する一般的な認知が高まり、誤解や恐怖を軽減することができます。

どこでもっと詳しい情報をえられるのですか？

国際電磁界プロジェクトは、周波数が0 から 300 GHz(訳注 ギガヘルツ: 1 ギガ=10⁹=10億をさす)の電磁界に対する健康リスクと環境リスクを評価しています。プロジェクト事務局はスイス国ジュネーブの世界保健機関本部に設置されています。より詳しい情報を望まれる場合、プロジェクトのホームページ<http://www.who.int/peh-emf/en/> または Dr. Michael Repacholi, International EMF Project , Global Hazards Assessment and Radiation, 電話+41-22-791-3427、ファックス +42-22-791-4123、電子メール repacholim@who.ch. に相談して下さい。

詳細を求める場合の参考資料

ICNIRP(1998) International commission on Non-Ionizing Radiation Protection Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522

NIEHS(1998) Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. Portier CJ and Wolfe MS (eds) NIEHS Working Group Report, National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institute of Health, Research Triangle Park, NC, USA, pp 523. 米国国立環境衛生科学研究所のホームページ <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm> を介してこの資料は入手可能です。

Repacholi M and Greenebaum B (1998) Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living system: health effects and research needs. Bioelectromagnetic (印刷中) (1997年イタリアボロニアで開催された静磁界および超低周波電磁界に関する世界保健機関主催の科学的再評価会議の要約)

WHO(1997) WHO's Agenda for EMF Research. World Health Organization publication WHO/EHG/98.13, WHO Geneva. 国際電磁界プロジェクトのホームページ <http://www.who.ch/emf> からこの資料は入手可能です。

報道関係者でより詳細な情報を入手したい方は、WHO's Office of Public Information, WHO, Geneva, 電話+41-22-791-2584、ファックス +42-22-791-4858、電子メールinfo@who.ch へ連絡可能です。

この件を含む全ての世界保健機関の報道発表、資料その他の情報は、インターネットを介して世界保健機関のホームページ<http://www.who.ch/> から入手できます。