

平成 19 年度一般環境中電磁界ばく露に
係る情報収集業務

報 告 書

平成 20 年 3 月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

目 次

1. 業務の目的.....	1
2. 業務の成果.....	1
2.1 日本語版の環境保健クライテリアの作成.....	1
2.2 今後対応すべき内容のとりまとめ.....	2
2.2.1 WHO のファクトシート No.322 と EHC No.238 の記載内容	3
2.2.2 WHO ワークショップ.....	4
2.2.3 我が国における検討.....	7

1. 業務の目的

世界保健機関（WHO）では、電磁界が健康と環境へ及ぼす影響を評価するため平成 8 年より国際電磁界プロジェクトを開始し、その検討を進めており、その一環として平成 19 年 6 月に超低周波電磁界に関する環境保健クライテリアが公表された。

現在、環境保健クライテリアの一部は日本語に翻訳されて公開されているものの、ほとんど全て英文であり、超低周波電磁界に関する正確な情報を国民に周知するためには、日本語版の環境保健クライテリアを作成・公表することが不可欠である。

さらには、環境保健クライテリア等をもとに、政府、産業界、地方自治体及び一般市民が今後対応すべき内容について検討資料を提供することを目的とする。

2. 業務の成果

2.1 日本語版の環境保健クライテリアの作成

「Extremely Low Frequency Fields Environmental Health Criteria Monograph No.238」を英語から日本語に翻訳した。

翻訳対象ファイルは以下のとおりである。

- ・ Contents
- ・ Preamble
- ・ Chapter2 : Sources, measurements and exposures
- ・ Chapter3 : Electric and magnetic fields inside the body
- ・ Chapter4 : Biophysical mechanisms
- ・ Chapter5 : Neurobehaviour
- ・ Chapter6 : Neuroendocrine system
- ・ Chapter7 : Neurodegenerative disorders
- ・ Chapter8 : Cardiovascular disorders
- ・ Chapter9 : Immune system and Haematology
- ・ Chapter10: Reproduction and development
- ・ Chapter11 : Cancer
- ・ Chapter12 : Health risk assessment
- ・ Chapter13 : Protective measures

- ・ Appendix : Quantitative risk assessment for childhood leukaemia
- ・ Glossary

なお、Chapter 1: Summary and recommendations for further study については、すでに翻訳物が WHO の HP¹にて公開されているため、本業務においては翻訳対象とはなっていないが、Chapter 2 以降を翻訳するに伴い、訳語等に違和感が生じる部分があり、その場合には、適宜、修正を行った。

翻訳した「日本語版環境保健クライテリア No.238」は、修正した Chapter 1 も含め、別添資料とした。また、翻訳に用いた用語集を報告書の添付資料とした。

2.2 今後対応すべき内容のとりまとめ

ここでは、WHO の超低周波電磁界 (ELF EMF) に関する環境保健クライテリア (EHC) No.238 及びファクトシート No.322 (参考資料をとして巻末に添付) に記載されている政府、産業界、地方自治体、一般市民等の利害関係者が採るべき対応について推奨されている部分を紹介する。

また、上記両文書は、2007 年 6 月 18 日付けで公表されたが、その直後の 6 月 20～21 日の 2 日間、スイスのジュネーブにおいて、WHO Workshop「Developing and Implementing Protective Measures for ELF EMF」が開催された。この会議は、同文書で勧告された「低費用での電磁界防護方策」に関し、その意義や実施可能性などについて、関係者の意見を聴取する場として WHO 事務局長が設定したものである。この会議で発表された資料等に基づいて、利害関係者が対応すべき内容について紹介する。なお、それ以外のワークショップや科学雑誌等には、現時点で WHO の EHC No.238 及びファクトシート No.322 に関する記載等は見当たらない。

一方、わが国においては、上記両文書の公表を受けて、2007 年 6 月以降、経済産業省の電気安全小委員会内に、電力設備電磁界対策ワーキンググループが設置され、我が国としての対応について検討されてきた。その内容について紹介する。

¹ http://www.who.int/peh-emf/publications/Chapter1_jp.pdf

2.2.1 WHO のファクトシート No.322 及び EHC No.238 の記載内容

WHO のファクトシート No.322 では、利害関係者への勧告として、次のように記載されている。なお、下線と括弧書きは、当報告書用に日本エヌ・ユー・エス株式会社において加筆したものである。

高レベルの電磁界への短期的曝露については、健康への悪影響が科学的に確立されています（ICNIRP, 2003）。政策決定者は、労働者及び一般人をこれらの影響から防護するために規定された国際的な曝露ガイドラインを採用すべきです。

長期的影響に関しては、ELF 磁界への曝露と小児白血病の関連についての証拠が弱いことから、曝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。

- 政府及び産業界は、ELF 電磁界曝露の健康影響に関する科学的証拠の不確かさを更に低減するため、科学を注視し、研究プログラムを推進すべきです。
- 加盟各国は、情報を提示し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的で開かれた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。
- （産業界は）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、曝露低減のための低費用の方法を模索しても良いでしょう。

以上のとおり、下線を引いた利害関係者それぞれについて、WHO は採るべき対応を推奨している。

また、EHC No.238 では、第 1 章のまとめの「防護措置」において、次のように記述している。

- ・政策立案者は、一般公衆および労働者についてのELF界ばく露に対するガイドラインを制定すべきである。ばく露レベルおよび科学的レビューの原則に関するガイダンスのための最良の情報源は、国際的ガイドラインである。
- ・政策立案者は、ELF電磁界についての防護計画を制定すべきである。これには、一般公衆および労働者についてのガイドラインの限度値を超えないことを確認するため、

すべての発生源からの電磁界の測定が含まれる。

- ・電力の健康上・社会的・経済的便益を損なわない限り、曝露を低減するための非常に低い費用のプレコーシヨンの方策を実施することは合理的であり、是認される。
- ・政策立案者、地域社会の計画担当者、製造業者は、新たな施設の建設や、新たな機器（電気製品を含む）の設計の際に、非常に低費用の方策を実施すべきである。
- ・安全性の向上といったその他の追加的便益がある、または費用がかからないか非常に低い場合に限り、装置や機器からのELF曝露を低減するため、工学的慣行の変更を検討すべきである。
- ・既存のELF発生源の変更を検討する際、安全性、信頼性、経済性の見地とともに、ELF界の低減を考慮すべきである。
- ・地方当局は、新たな設備の建設または既存の施設の再配線の際に、意図しない大地電流を低減するため、配線に関する規制を施行すべきである。配線の違反または既存の問題を確認する積極的な方策は費用がかかると思われるので、正当化されそうにない。
- ・各国当局は、すべての利害関係者による、情報に基づいた意思決定を可能とする、効果的で開かれたコミュニケーション戦略を実行すべきである。これには、個人が自分の曝露を低減できる方法に関する情報提供を盛り込むべきである。
- ・地方当局は、ELF電磁界発生施設の計画を改善すべきである。これには、主要なELF発生源の立地の際の、産業界、地方自治体、市民間の良好な協議が含まれる。
- ・政府および産業界は、ELF界への曝露の健康影響に関する科学的証拠における不確実性を低減するための研究プログラムを推進すべきである。

2.2.2 WHO ワークショップ

本ワークショップは、2007年6月18日（月）に公表された、WHOの極低周波電磁界に関する「環境保健クライテリア（EHC）」で勧告された、「極低費用での電磁界防護方策」に関し、その意義や実施可能性などについて、関係者の意見を聴取する場としてWHO事務局長が設定したものである。

初日はまず、小児白血病に関するリスク評価の現状を振り返った後、健康リスクと公衆衛生上の経済や政策との関係についてのレクチャーがあり、次に「電磁界発生」、「磁界ばく露低減技術」、「電磁界政策の考え方」といった具体的な事例の紹介が行われた。最後に、

規制当局、学識者、電気事業者、市民等による意見交換が行われた。

二日目は、イスラエル、イタリア、中国、オランダ、スウェーデン、スイス、米国（コネチカット州）で実施されている電磁界政策について、簡単に紹介があった後、リスク管理やコミュニケーションのあり方についてパネル討論が行われた。

参加者は、国際 EMF プロジェクトに係ってきた人々を中心に、政策者、産業界（主に電力・送電会社）、市民団体、研究者など、総勢 100 名弱が参集した。本ワークショップの内容のうち、利害関係者である政府関係者及び電気事業者の発言内容を紹介する。

(1) 政府関係者の発言

オランダ環境省（VROM）の代表

- WHO は特定の方策を奨励すべきでなく、各国の社会的・政治的決定に委ねるべきである。

スイス連邦公衆衛生局の代表

- WHO に対して、小児白血病及びその他の健康上の結果と関連付けた、ばく露限度を設定するよう求める。
- 「低費用」という判断よりも「経済的に受け入れ可能」と定義することを奨励し、費用の分析だけで十分であり、便益の分析は必要ないと考える。
- WHO がプレコーシオンの方策を特定し、国レベルで義務化することについて奨励する。
- ほとんどの ELF 電磁界は低電圧の発生源に由来するという事実に対し、電磁界を発生する全ての設備や機器に放射限度の遵守を義務付けるため、国際的な政策が必要である。

注) スイスは、ばく露限度として ICNIRP ガイドラインを採択しているが、電力設備からの放射限度として $1\mu\text{T}$ を規定している。新設に対しては $1\mu\text{T}$ を遵守、既設については相の最適化（逆相配列）の実施で $1\mu\text{T}$ は免除としている。本規制は、1983 年の環境保護法（枠組み法）に則ったもので、「技術的に可能なこと」と「合理的に受容可能な費用」という条件付きで、プレコーシオンの方策の実施を義務付けている。

(2) 産業界関係者の発言

WHO ワークショップに参加していた、英国ナショナルグリッドトランスコ社の John Swanson 氏 (EHC 作成のためのタスクグループにもオブザーバとして参加)、米国サザンカリフォルニアエジソン社の Jack Sahl 氏、及びフランス EDF/RTE 社の Francois Deschamps 氏の発言について紹介する。

英国ナショナルグリッドトランスコ社の John Swanson 氏

- EHC は世界から科学者が集まって作成したものであり、品質も優れたものになっている。WHO という立場で出された EHC は、よくまとまっており、正しく、非常に素晴らしい。
- EHC は、「疫学的証拠」、「不確実性の高さ」、「高レベル磁界ばく露率及び小児白血病罹患率の低さ」から、電磁界ばく露の低減のために、非常に低費用で可能なプレコーションの方策を奨励した。小児白血病との関連がないことは科学的には証明できなかったが、小児白血病以外は、影響がないことが示されている。対策において重要なのは、費用との釣り合い (proportionality) が取れているかどうかで、コスト効果的なものを選ばれるべきである。科学的に証明されていない小児白血病への対応は、非常に低費用の対策でも社会に受け入れられるであろう。
- 電気事業者が意思決定する際の要因には、倫理や公衆の懸念も含まれるべきである。

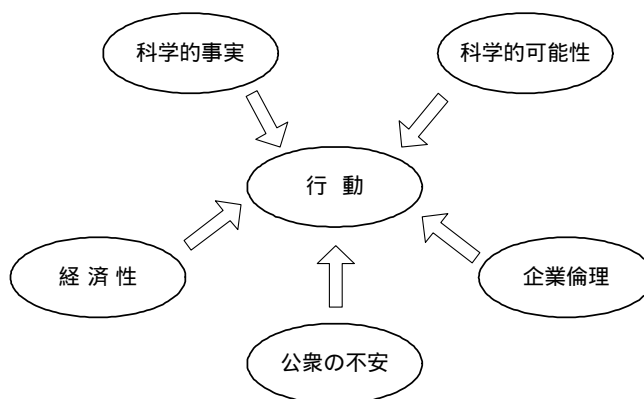


図 電気事業者が磁界低減方策の行動を起こすか否かの判断要因

米国サザンカリフォルニアエジソン社の Jack Sahl 氏

- EHC は我々 (電気事業者) に何ができないかということから、我々には何ができる

かということに議論を移すべきだと暗示している。

- 低費用または費用がかからないプレコーションの方策を採用することによる便益は、健康リスクの即時的な低減よりも、信頼構築と、低レベルばく露による健康リスクが立証された場合の、将来の潜在的費用の回避にある。どれくらい金を使ったかは、出費と考えるのではなく、悪いことが回避できたと思うべきである。事業者には責任がある。利害関係者に情報を公開して、みんなが理解すべきである。つまり、できないことをリストアップするのではなく、できることを責任もって実施していくべきである。出発点として、オープンディベートが必要になる。重要なのは、比例性（proportionality）である。不確実性があるのだから、リスクに見合った妥当な対策が必要である。次に重要なのは、コンセプトである。健康影響、非自発的なばく露、子供といった要素を配慮して設計を考えなければならない。送電線を迂回させてしまうと EMF は削減されるかもしれないが、鉄塔の数が増えて景観を損ねてしまうことになる。

フランス EDF/RTE 社の Francois Deschamps 氏

- （オランダの新しい送電線設計に言及して）新技術を探求するのは良いが、送電鉄塔がコンパクトになり、小さくなれば、鉄塔の数も増えることになる。これは、景観問題や環境影響をもたらすことになり、コストもかかることになる。スチールからプラスチックにして信頼性は大丈夫なのか、疑問である。
- 磁界を低減することは単に磁界が下がるだけでなく、このような副次的な問題が生じるが、このような影響を社会が受け入れるのか、総合的に判断する必要がある。

2.2.3 我が国における検討

我が国の経済産業省は、WHO のファクトシート No.322 及び EHC No.238 の公表とほぼ同時に、電力安全小委員会の中に、電力設備電磁界対策ワーキンググループを設置し、以下のスケジュールで、WHO の勧告（ファクトシートの WHO ガイダンス）への対応を含めて検討してきた。

第1回 平成19年6月1日(金)

- ・ワーキンググループ(WG)の検討事項について
- ・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について

第2回 8月20日(月)

- ・WHOファクトシートNo322と環境保健クライテリア(EHC)について
- ・疫学について
- ・海外での磁界規制状況について
- ・国際電気標準会議(IEC)TC106と測定器の規格について
- ・電力設備に係る電磁界対策を検討する上での論点

第3回 9月28日(金)

- ・家電製品の磁界について(情報提供)
- ・海外の磁界規制状況について
- ・電力会社の電磁界に関する取組について
- ・電磁界に関するコミュニケーションについて

10月3日～10月16日 市民団体等からの意見募集の実施

第4回 10月23日(火)

- ・市民団体からの意見募集の報告について
- ・これまでの論点の整理と今後の論点について

第5回 12月5日(水)

- ・報告書(案)について

第6回 12月20日(木)

- ・報告書(案)について

以上の検討結果として、同ワーキンググループはその報告書において、以下の結論をと

りまとめた（経済産業省の電力設備電磁界ワーキンググループの報告書からの抜粋）。

電界については、3kV/m という世界的に一番厳しい規制を日本は有している。また、WHO の「電界は健康上の問題はない」との結論から、ワーキンググループでは磁界を対象に議論している。

高レベルの磁界による短期的な健康影響に係る対応

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が示す国際的な曝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））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。

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

0.4 μ T が磁界影響の閾値であるとの認知については、EHC No.238 では、「慢性影響の閾値は認められていない」と述べられている。

更なる研究プログラムの推進

- 磁界曝露と健康影響との関係に不確実性が残っていることから、引き続き、その不確実性を低減させるため、産官学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・テーマを見極めるなど新たな仕組みが必要である。

リスクコミュニケーション活動の充実

- 磁界曝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期的集まる場所等では、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、これらの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。

曝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。

添付資料

表 翻訳に用いた用語集

英	日
acquisition	習得
activation	活性化
acute effect	急性影響
acute lymphoblastic leukaemia	急性リンパ芽球性白血病
advanced model	改良モデル
adverse consequences	悪影響
adverse health effect	有害な健康影響
adversely affecting health	健康に有害な影響を及ぼす
airborne pollutants	風に運ばれた汚染物質
airway	気道
Alzheimer's disease	アルツハイマー病
ambient environmental condition	周囲環境条件
amyotrophic lateral sclerosis (ALS)	筋萎縮性側索硬化症 (ALS)
analgesia	鎮痛
anatomical modelling	解剖学的モデル化
annoyance	不快感
annoying	不快感
apartment building	集合住宅
arbitrary level	恣意的なレベル
autonomic control	自律調整
background noise level	バックグラウンドのノイズレベル
basic metric	基礎的指標
basic restriction	基本制限
behavioural response	行動反応
behavioural study	行動研究
biological effect	生物学的影響
biological function	生物学的機能
biological response	生体反応
biological significance	生物学的意味
biophysical interaction	生物物理学的相互作用
biophysical mechanism	生物物理学的メカニズム
bone marrow	骨髄

英	日
brain cancer	脳腫瘍
brain slice	脳切片
breaking of chemical bond	化学結合の切断
breast cancer	乳がん
calcium signalling	カルシウムシグナル
carcinogen	発がん性物質
cardiovascular	心臓血管系
cardiovascular disorders	心臓血管系疾患
causal	因果関係
causal relationship	因果関係
causality	因果関係
cell populations	細胞集団
cell proliferation	細胞増殖
cellular architecture	細胞構造
central nerve tissue	中枢神経組織
central nervous system (CNS)	中枢神経系 (CNS)
charged object	帯電した物体
charged particle	荷電粒子
chemically-induced	化学物質誘発
childhood cancer	小児がん
childhood leukaemia	小児白血病
cholinergic neurotransmitter systems	コリン作用性の神経伝達系
cholinergic response	コリン性反応
Chronic effect	慢性影響
chronically	慢性的
circularlypolarised magnetic fields	回転磁界
co-carcinogen	発がん補助因子
cognition	認知
cognitive	認知に関する
combined influence	複合影響
conceptual framework	概念的な枠組み
conclusion	結論
conductor	導体

英	日
confounding	交絡因子
Contact current	接触電流
corona discharge	コロナ放電
corona ion	コロナイオン
cost-benefit	費用対便益
cost-effectiveness	費用対効果
cultured neuron	培養したニューロン
current density	電流密度
decision-making	意思決定
deposition	沈着
depressive symptom	うつ症状
development of exposure guidance	ばく露ガイダンスの策定
developmental disorder	発育異常
developmental toxicity	発育毒性
differential	分化した
direct nerve stimulation	直接的神経刺激
direct perception	直接的知覚
discharge	放電
disease	疾病
disease incidence	疾病発症率
disease status	疾病状態
DNA damage	DNA 損傷
DNA strand breaks	DNA 鎖切断
DNA-damaging agent	DNA 損傷因子
dose-response relationships	ばく露量-反応関係
dosimetry	ドメシトリ
double-blind provocation study	二重盲検誘発研究
early development	初期の発育
electric and magnetic fields	電磁界
electric field	電界
electric field strength	電界強度
electric shock exposure	電気ショックばく露
electrical activity	電氣的活動

英	日
electrical occupations	電気に関連した職業
electrical potential	電氣的ポテンシャル
electrical supply industry	電気供給産業
electrically grounded	電氣的に接地された
electroencephalograms	脳電図 (EECs)
ELF electric fields	ELF 電界
ELF EMF-emitting facility	ELF 電磁界発生施設
ELF fields	ELF 界
ELF magnetic field	ELF 磁界
endpoint	エンドポイント
engineering practice	工学的慣行
Environmental Health Criteria (EHC)	環境保健クライテリア (EHC)
epidemiological study	疫学研究
epidemiology	疫学
epilepsy	てんかん
ethical principle	倫理原則
evaluation	評価
excitable tissue	興奮性組織
experimental approach	実験的アプローチ
experimental model	実験モデル
experimental scientist	実験科学者
experimental study	実験研究
experimental work	実験研究
exposure	ばく露
exposure condition	ばく露条件
exposure distribution	ばく露分布
exposure limit	ばく露限度
exposure metric	ばく露指標
exposure misclassification	ばく露の誤分類
exposure over several generations	数世代にわたるばく露
exposure reduction	ばく露低減
extracellular fluid	細胞外液
extremely low frequency (ELF)	超低周波 (ELF)

英	日
Faraday induction	ファラデー誘導
ferromagnetic crystal	強磁性体結晶
field strength	界強度
field-dependent	界依存性
free radical	フリーラジカル
frequency response	周波数反応
functional marker	機能的マーカー
general public	一般公衆
genome	遺伝子
genotoxic effect	遺伝毒性作用
genotoxicity model	遺伝毒性モデル
geomagnetic field	地磁気
geometric-mean	相乗平均値
gradient-switching ELF fields	勾配切り替え ELF 界
ground current	大地電流
growth hormone	成長ホルモン
haematological parameter	血液学的パラメータ
haematological system	血液系
haematology	血液学
haematopoietic system	造血系
hazard assessment	ハザード評価
health protection policy	健康防護政策
health protection program	健康防護プログラム
health risk assessment	健康リスク評価
high current	大電流
high-voltage power line	高圧電力線
hippocampus	海馬
historical control	歴史的対照
human subject	ヒト被験者
IARC	国際がん研究機関
immune cell	免疫細胞
immune response	免疫反応
immunological modification	免疫学的変異

英	日
Immunology	免疫学
incidence	発症率
incidence	発症率
inconsistent effects	一貫性のない影響
inconsistent results	一貫性のない結果
indicator	指標
induced current	誘導電流
induced current density	誘導電流密度
induced electric currents in the body	体内誘導電流
induced electric field	誘導電界
induced electric field	誘導電界
induced electric field strength	誘導電界強度
induced field	誘導界
induction cooking heating appliances.	誘導加熱調理器
induction of electric field	誘導電界
intermediate frequencies(IF)	中間周波数 (IF)
intermittent exposure	間欠的ばく露
internal electric field	内部電界
International guideline	国際ガイドライン
juvenile animal	未成熟な動物
laboratory animal	実験動物
laboratory experiment	実験室研究
laboratory research	実験室研究
laboratory research	実験室研究
laboratory study	実験室研究
large group sizes	大規模集団
large-scale long-term study	大規模長期研究
leukaemia	白血病
library degaussing system	図書館の消磁装置
limit value	限度値
live-line maintenance	活線保守作業
liver lesion	肝病変
local authorities	地方当局

英	日
longterm health risk	長期的な健康リスク
lower limit	下限値
low-intensity	低強度
low-level interaction mechanism	低レベル相互作用メカニズム
lymphoma	リンパ腫
magnetic field	磁界
magnetic flux density	磁束密度
magnetic particle	磁性粒子
magnetic phosphenes	磁気閃光
magnetic resonance imaging	磁気共鳴イメージング
magnetite	マグネタイト
magnetite crystal	マグネタイト結晶
magnetophosphenes	磁気閃光
malformation	先天異常
malignant transformation	悪性転換
measure	方策
measurement	測定
mechanistic evidence	メカニズムに関する証拠
median	中央値
melatonin	メラトニン
meta-analyses	メタ分析
metabolic activity	代謝活性
micro-dosimetric model	マイクロドシメトリ・モデル
modulation	変調
morbidity	罹患率
mortality	死亡率
MRI magnet	MRI 磁石
multicell system	多細胞系統
multiple sclerosis (MS)	多発性硬化症 (MS)
national authorities	各国当局
natural killer cell	ナチュラルキラー細胞
neural network	神経網
neurobehaviour	神経行動

英	日
neurobehavioural effect	神経行動的影響
neurobehavioural functions	神経行動的機能
neurodegenerative disorder	神経変性疾患
neuroendocrine system	神経内分泌系
neuroleptic agent	神経弛緩薬
neurological disease	神経学的疾患
neurotransmitter	神経伝達物質
night-time	夜間
occupational environment	職業的環境
occupational exposure	職業ばく露
occupational study	職業的研究
opioid	オピオイド
out-of-phase	位相の異なる
Parkinson's disease	パーキンソン病
perception	知覚
performance of mentally demanding tasks	精神的負荷作業の課題遂行
performance of some cognitive task	認知課題の遂行
peripheral nerve tissue	末梢神経組織
permeability	透磁率
pineal gland	松果体
pituitary gland	下垂体
pituitary-adrenal axis	下垂体-副腎軸
plumbing practice	配管の慣行
policy-maker	政策立案者
pooled analyses	プール分析
potential interaction	潜在的相互作用
potential risk	潜在的リスク
potential risk factor	潜在的リスク因子
power line worker	電力線作業員
power-frequency	商用周波数
power-frequency magnetic field	商用周波数磁界
precautionary approach	プレコーシヨンのアプローチ

英	日
precautionary measure	プレコーション的措置
precautionary procedure	プレコーションの方策
preliminary study	予備的研究
pre-neoplastic	新生物発生前の
probability	確率
prospective cohort study	前向きコホート研究
protection	防護
protection programme	防護計画
protective measure	防護措置
psychological factor	心理学的要因
public environment	一般環境
pulsed magnetic field	パルス磁界
radiation-induced	放射線誘発
radical pair mechanism	ラジカルペア・メカニズム
radical pair	ラジカルペア
reactive oxygen species	活性酸素種
recommend	勧告する
recommendation	勧告
relative contribution	相対的寄与度
reproductive dysfunction	生殖機能障害
reproductive status	生殖状態
residential exposure	居住環境ばく露
resonance mechanism	共鳴メカニズム
response	反応
retina	網膜
rewiring	再配線
risk assessment	リスク評価
risk factor	リスク因子
risk perception	リスク認知
scientific foundation	科学的基礎
scientific review	科学的レビュー
seasonally breeding	季節的に育種する
security system	保安装置

英	日
selection bias	選択バイアス
sensitivity	感受性
sexual development	性的発育
short-term exposures	短期間ばく露
signal-to-noise ratio	シグナル-ノイズ比 (S/N 比)
skeletal anomaly	骨格形成異常
skeletal variation	骨格変形
sociological factor	社会学的要因
source	発生源
spatial memory task	空間記憶課題
speculative	類推的
spontaneous mammary tumour	自然発生乳がん
stakeholder	利害関係者
static magnetic field	静磁界
subject	被験者、実験動物
suborgan system	器官以下の系
sub-strain	亜種
surface charge	表面電化
susceptible	感受性が高い
switched gradient magnetic field	切替え勾配磁界
teratological study	催奇形性研究
the best estimate of risk.	リスクの最良推定値
the control of the cell cycle	細胞周期の調節
the Helsinki Declaration	ヘルシンキ宣言
theoretical framework	理論的枠組み
theoretical ground	理論的根拠
threshold	閾値
threshold value	閾値
time-averaged exposure	時間平均ばく露
transcranial magnetic stimulation	経頭蓋磁気刺激
transformer	変圧器
transgenic	遺伝子導入の
tricyclic antidepressant	三環系抗うつ剤

英	日
tumour	腫瘍
tumourigenesis	腫瘍の発生
uncertainty	不確実性
underfloor electrical heating	電熱式床暖房
UV-induced	紫外線誘発
vectorial addition	ベクトル合成
vertical field	垂直界
very low frequency (VLF)	超長周波 (VLF)
visual display units	画像表示端末
VLF fields	VLF 界
warrant	是認する
water heating appliance	湯沸かし器
weight-of-evidence approach	証拠の重みアプローチ
white blood cell	白血球
WHO Constitution	WHO 憲章
wiring	配線
wiring/grounding practices	配線 / 接地慣行

参 考

環境保健クライテリア 238 に関して、WHO の見解を示すファクトシート 322 が以下に示す WHO のウェブサイトにて公開されている。

英文：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html>

日本語訳：http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322_ELF_fields_jp_2008.pdf

参考として、WHO のウェブサイトより、日本語訳を添付する。

本報告書は、古紙パルプ配合率 100%、白色度 70%程度以下の非塗工印刷用紙を使用しています。



World Health Organization

ファクトシート N° 322

2007 年 6 月

電磁界と公衆衛生

超低周波の電界及び磁界への曝露

電気の利用は日常生活に欠かせないものとなっています。電気が流れる場合はいつでも、電気を通す線や電気製品の近くに、電界と磁界の両方が存在します。1970 年代後半以来、超低周波 (ELF) の電界及び磁界 (EMF) への曝露が健康に悪い結果を生じるのではないかという疑問が提起されています。以来、多くの研究が実施されてきており、重要な論点を解決し、今後の研究対象を絞り込むことに成功しています。

1996 年、世界保健機関 (WHO) は、電磁界を発する技術に関連する潜在的な健康リスクを調査するため、国際電磁界プロジェクトを立ち上げました。WHO のタスクグループは最近、ELF 電磁界の健康上の意味合いについてのレビューをまとめました (WHO, 2007)。

本ファクトシートは、このタスクグループの知見に基づくものであり、また、WHO の援助の下に設置された国際がん研究機関 (IARC) が 2002 年に、また、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) が 2003 年にそれぞれ発表した、ELF 電磁界の健康影響に関する最近のレビューを更新するものです。

ELF 電磁界の発生源と居住環境における曝露

電界及び磁界は、送電線やケーブル、住宅の配線や電気製品の内部など、電流が流れるところにはどこにでも存在します。**電界**は、電荷から生じ、ボルト毎メートル (V/m) で測定され、木材や金属といった一般的な素材で遮蔽されます。**磁界**は、電荷の運動 (すなわち電流) により生じ、テスラ (T)、より一般的にはミリテスラ (mT) またはマイクロテスラ (μ T) で表されます。一部の国々では、ガウス (G) と呼ばれる別の単位が一般に用いられています ($10,000\text{G} = 1\text{T}$)。磁界はほとんどの一般的な素材では遮蔽されず、これらを容易に透過します。電界及び磁界は共に、発生源の近くで最も強くなり、距離と共に減少します。

ほとんどの電力は、50 または 60 サイクル毎秒 (またはヘルツ、Hz) の周波数で運用されています。ある種の電気製品の近くでは、磁界は数百マイクロテスラに達します。送電線の真下では、磁界は約 $20\ \mu\text{T}$ 、電界は数千ボルト毎メートルに達します。但し、住宅内の商用周波数磁界の平均はもっと低く、欧州では約 $0.07\ \mu\text{T}$ 、北米では約 $0.11\ \mu\text{T}$ です。住宅内の電界の平均値は最大で数十ボルト毎メートルです。

タスクグループの評価

2005年10月、WHOは、周波数範囲が0~100,000 Hz(100 kHz)のELF電界及び磁界への曝露により生じるかもしれない健康へのリスクを評価するため、科学専門家のタスクグループを召集しました。IARCは2002年に、がんに関する証拠を調べましたが、このタスクグループは幾つかの健康影響についての証拠をレビューし、がんに関する証拠を更新しました。このタスクグループの結論及び勧告は、WHOの環境保健クライテリア(EHC)モノグラフ(WHO、2007)に示されています。

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、一般の人々が普通に遭遇するレベルのELF電界に関する本質的な健康上の論点はないと結論付けました。このため、以下では主に、ELF磁界への曝露による影響を扱います。

短期的影響

高レベル(100 μT よりも遥かに高い)での急性曝露による生物学的影響は確立されており、これは認知されている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磁界は身体内に電界及び電流を生じ、非常に高い強度では、神経及び筋肉が刺激されたり、中枢神経系の神経細胞の興奮性が変化したりします。

潜在的な長期的影響

ELF磁界曝露による長期的なリスクを調べた科学研究の多くは、小児白血病に焦点を当ててきました。2002年、IARCはELF磁界を「ヒトに対して発がん性があるかもしれない」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証拠が限定的であり、実験動物における発がん性の証拠が十分ではない因子を表わすのに用いられます(ELF磁界以外の例としては、コーヒーや溶接蒸気が含まれます)。この分類は、疫学研究のプール分析に基づいています。プール分析では、居住環境での0.3~0.4 μT を越える商用周波磁界への平均曝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ています。タスクグループは、その後追加された研究は、この分類を変更するものではないと結論付けました。

但し、疫学的証拠は、潜在的な選択バイアス等の手法上の問題があるために弱められています。加えて、低レベルの曝露ががんの進展に関係していることを示唆する、受け入れられている生物物理学的メカニズムはありません。このため、仮にこのような低レベルの磁界への曝露によって何らかの影響があるとすれば、まだ知られていない生物学的メカニズムを通じたものであるはずです。加えて、大多数の動物研究では影響は示されていません。よって、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ありません。

小児白血病はかなり稀な疾病で、2000年には、新たに発生する症例数は全世界で年間49,000人と推定されています。住宅内での平均磁界曝露が0.3 μT を超えることは稀で、そのような環境に住む子供は僅か1%~4%と推定されています。磁界と小児白血病との間に因果関係があると仮定した場合、磁界曝露のせいで発生するかもしれない症例数は、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ています。これは、同年の発症率全体の0.2~4.95%に相当します。よって、仮にELF磁界が実際に小児白血病のリスクを高めるとしても、世界規模で考慮すれば、ELF電磁界曝露の公衆衛生上の影響は限定的となります。

ELF 磁界曝露に関連するかもしれない、その他の健康への悪影響が数多く研究されています。これらには、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、神経変性疾患があります。WHO のタスクグループは、ELF 磁界曝露とこれら全ての健康影響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更に弱いと結論付けています。幾つかの実例(すなわち心臓血管系疾患や乳がん)については、ELF 磁界はこれらの疾病を誘発しないということが、証拠によって示唆されています。

国際的な曝露ガイドライン

短期的な高レベルの曝露に関連する健康影響は確立されており、これが 2 つの国際的な曝露限度の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、これらの機関は、ELF 電磁界への長期的な低レベルの曝露による健康影響の可能性に関連する科学的証拠は、これらの定量的な曝露限度を引き下げることを正当化するには不十分である、と見なしています。

WHO のガイダンス

高レベルの電磁界への短期的曝露については、健康への悪影響が科学的に確立されています(ICNIRP、2003)。政策決定者は、労働者及び一般人をこれらの影響から防護するために規定された国際的な曝露ガイドラインを採用すべきです。電磁界防護プログラムには、曝露が限度値を越えるかもしれないと予想される発生源からの曝露の測定を盛り込むべきです。

長期的影響に関しては、ELF 磁界への曝露と小児白血病との関連についての証拠が弱いことから、曝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。

- 政府及び産業界は、ELF 電磁界曝露の健康影響に関する科学的証拠の不確かさを更に低減するため、科学を注視し、研究プログラムを推進すべきです。ELF リスク評価プロセスを通じて、知識のギャップが同定されており、これが新たな研究課題の基礎をなしています。
- 加盟各国には、情報を提示し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的で開かれた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。これについては、ELF 電磁界を発する設備の計画プロセスに、産業界、地方自治体、市民との間の調整と協議を増進することを盛り込んで良いでしょう。
- 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、曝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。適切な曝露低減方策は、国ごとに異なるでしょう。但し、恣意的に低い曝露限度の採用に基づく政策は是認されません。

更なる読み物

世界保健機関(WHO)。「環境保健クライテリア No.238:超低周波電磁界」。世界保健機関、ジュネーブ、2007 年。

ヒトに対する発がんリスクの評価のための IARC ワーキンググループ。「非電離放射線その 1:静的及び超低周波(ELF)電界及び磁界」。IARC、リヨン、2002 年(ヒトに対する発がんリスクの評価に関するモノグラフ No.80)。

国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)。「静的及び低周波電磁界への曝露、生物学的影響、健康上の結果(0~100kHz)」。J.H.ベルンハルト他(編)、国際非電離放射線防護委員会、オーバーシュライスハイム、2003年(ICNIRP 13/2003)。

国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP、1998)。「時間変化する電界、磁界及び電磁界による曝露を制限するためのガイドライン(300GHzまで)」。Health Physics 74(4), 494-522。

電気電子学会(IEEE)第28規格調整委員会。「電磁界(0~3kHz)へのヒトの曝露に関する安全レベルについてのIEEE規格」。IEEE、ニューヨーク、2002年(IEEE規格C95.6-2002)。