

原子力安全・保安部会
電力安全小委員会

電力設備電磁界対策ワーキンググループ
(報告書)

平成20年6月

目次

1. はじめに	3
2. 電界と磁界	5
2.1. 電界について	5
2.2. 磁界について	5
2.3. 電磁界について	5
3. 世界保健機関（WHO）による電磁界健康リスク評価結果の概要	7
3.1. ファクトシート No. 322 の概要	7
3.2. EHC No.238 とファクトシート No.322 の関係	8
3.2.1 Precautionary approach	8
4. 電磁界の健康リスク評価・管理に係る動向	11
4.1. 磁界の短期的影響を考慮した健康リスク評価・管理に係る動向	11
4.1.1 短期的影響を考慮した曝露ガイドライン（ICNIRP、IEEE）	11
4.1.2 海外及び我が国における規制等の動向	13
4.1.3 電力線等から発生する磁界の強さ	15
4.1.4 磁界の測定方法に係る検討状況	18
4.2. 磁界の長期的影響の可能性を考慮した健康リスク評価・管理に係る動向	20
4.2.1 国際がん研究機関（IARC）の見解（電磁界に係る発がん性評価）	20
4.2.2 疫学研究	21
4.2.3 我が国における電力設備から生じる磁界に係る研究状況	24
4.2.4 電力設備に関連した電磁界の健康影響に関する情報提供活動の状況	24
4.2.5 我が国の電力設備に適用可能な磁界低減方策の検討結果	25
5. 「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」での議論の経緯	27
5.1. 議論の対象範囲について	27
5.2. 磁界の短期的影響について	27
5.3. 磁界の長期的影響の可能性について	28
5.3.1 研究の推進について	28
5.3.2 コミュニケーション・プログラムの構築について	29
5.3.3 低費用の設備対策について	30
6. 「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」の結論	32
6.1. 磁界の健康リスクについて	32

6.1.1	磁界による短期的な健康影響について	32
6.1.2	磁界による長期的な健康影響の可能性について	32
6.2.	政策提言	34
6.2.1	高レベルの磁界への短期的な曝露によって生じる健康影響についての対応	34
6.2.2	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	34
7.	おわりに	38
図 1	電界とは	4
図 2	磁界とは	4
図 3	電磁界のイメージ	4
図 4	路上変圧器の水平方向磁界分布	17
図 5	ケーブル立ち上がり部の水平方向磁界分布	17
図 6	我々の身の回りにある設備・製品からの磁界の強さ	18
表 1	ファクトシート No.322 のポイント	7
表 2	商用周波電磁界に関する一般の人々への曝露制限値(参考レベル)の比較	12
表 3	国内外の一般環境の超低周波(商用周波)電磁界に関する規制・ガイドライン	14
表 4	電力線等から発生する磁界の測定結果	16
表 5	IARC による発がん性分類 (2007 年 12 月現在)	20
表 6	磁界低減技術の分類	25
 < 資料編 >		
資料 1	WHO ファクトシート No.322 電磁界と公衆衛生 超低周波の電界及び磁界への曝露(日本文、英文)	
資料 2	WHO 国際電磁界プロジェクト - 環境保健クライテリアとファクトシート -	
資料 3	海外での商用周波磁界の規制導入状況	
資料 4	海外における公衆に対する電磁界規制	
資料 5	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	
資料 6	IEC TC106 における電力設備周辺での電界および磁界測定手順の規格化作業について	
資料 7	疫学について	
資料 8	電力会社の電磁界に関する取り組み	
資料 9	磁界低減技術とコスト評価	
資料 10	電力設備電磁界対策ワーキンググループに対する市民団体等からの意見	
資料 11	身のまわりのリスクとリスクコミュニケーション	
資料 12	世界保健機関(WHO)環境保健基準(EHC)モノグラフ No.238 超低周波(ELF)電磁界研究勧告事項(概要/抜粋)	
用語集		
(参考)平成19年度家電製品から発せられる電磁波(10Hz~400kHz)測定調査報告		

1. はじめに

1979年、送電線の周辺に住んでいる人達の健康状態の調査の結果、小児白血病と電磁界の強度に関連があるとの米国の報告がなされた¹。その後、我が国においても、1995年に報道番組で電磁波問題が取り上げられ電磁界問題に対する国民の関心が高まった。このように電磁界に対する国民の関心が高まっていることを受け、経済産業省では、1997年から電磁界に関する調査を行ってきた。また、海外においても、世界保健機関(以下「WHO」という。)が、1996年5月に国際電磁界プロジェクトを立ち上げ、電磁界曝露の健康影響についての評価を開始した。

電力設備は、国民に広く電力を供給するために必要不可欠な設備であるが、電力設備に電流が流れると、電界、磁界が必ず発生する。また、設備に流れる電流が大きいほど、外部空間に発生する磁界は強くなる。そして人間の身体が外部の磁界に曝露されると、人間の体内に電流が流れる。一定以上の外部磁界に曝露されると、生理的に体内で発生する電流以上の電流が誘導され、中枢神経系に影響を与える。これが磁界による健康への短期的な影響であり、これを防護するために科学的根拠に基づく国際的なガイドラインが策定されている。また、これよりも低いレベルの磁界に長期間曝露されることによる健康への影響について不安を持つ人々が存在している。

このような状況を踏まえ、原子力安全・保安院は、WHO 国際電磁界プロジェクトにおいて、電磁界に関する環境保健クライテリア(以下、「EHC」という。)²について専門家チームによる検討が進められていることを念頭に置きつつ、一般の人々が生活する環境(以下、「一般環境」という。)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、原子力安全・保安部会電力安全小委員会に、電気・電磁波分野及び医学・生物学分野の専門家委員(以下、「専門家委員」という。)、電気事業連合会委員(以下、「電事連委員」という。)、消費者代表及びマスメディア等の委員(以下、「中立委員」という。)から構成される「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」を設置した。このような中、同年6月には、WHO から、専門家チームの知見(EHC No.238)に基づき、非電離放射線のうち周波数範囲0～100kHzの超低周波電磁界による健康への影響に係る見解がファクトシート No.322(第3章で詳述)として示された。

¹ Wertheimer N, Leeper E: . Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol. 109(3):273-284(1979)

² Environmental Health Criteria

世界保健機関(WHO)、国際労働機関(ILO)及び国連環境計画(UNEP)が共同で実施している国際化学物質安全性計画(IPCS: International Program on Chemical Safety)の活動のひとつで、広範囲な化学物質を始めとして騒音、電波・電磁波及び放射性核種が人の健康や環境へ与える影響についての専門家による評価をまとめたもの。

本報告書は、WHO ファクトシート No.322 の考えに従い、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ていることから、超低周波磁界を議論の対象とし、国内外の研究や国際的な規制の動向も踏まえて、超低周波磁界の発生源のひとつである商用周波数 50Hz、60Hz の電力設備のうち送電、配電、変電設備に関する一般環境における磁界規制のあり方について、議論を行い、とりまとめたものである。

今回の検討に当たっては、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 ICNIRP(国際非電離放射線防護委員会)³ といった国際機関において取りまとめられた知見、国際的な規制の動向や、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等の状況など、現在までに国内外で得られた知見を幅広く収集・整理し、それを踏まえて、一般環境における電力設備に係る磁界規制のあり方について検討を行った。また、規制を行うに当たっては、これが直接、あるいは間接的に国民や事業者の権利義務関係に影響を及ぼすことから、その根拠の妥当性についても議論が行われた。

³ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

2. 電界と磁界

テレビや掃除機などの家電製品や送電線などの電力設備に電気が流れる場合には、それらの周りに必ず電界と磁界が発生する。

2.1. 電界について

電気のある空間(場所)を電界と言う(「図 1 電界とは」参照)。家電製品や送電線などの電力設備の周りは全て電界である。冬場にドアノブに触れてパチッと感じたりするのは、静電気が発生し、その電界によって起こった現象である。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る。

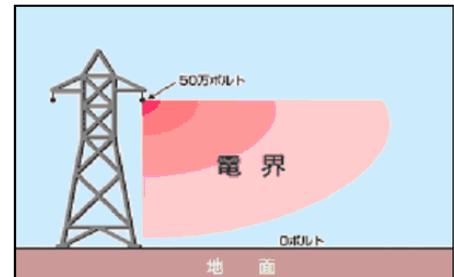


図 1 電界とは

2.2. 磁界について

磁気のある空間(場所)を磁界と言う(「図 2 磁界とは」参照)。磁石の周辺が磁界ということになる。磁石や地球(地磁気)の他に、家電製品や送電線などの電力設備に電気が流れている場合、その周辺に磁気が発生し、磁界ができる。磁石を近づけたり、離したりすると分かるように、磁界も距離とともに急激に弱くなる。磁界の単位には μT (マイクロテスラ)⁴が使用される。

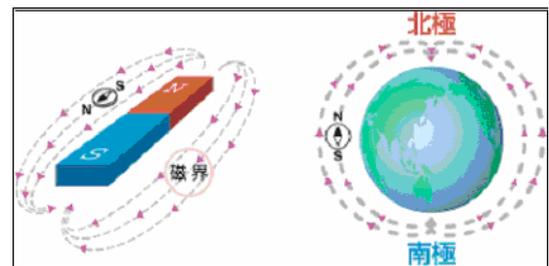


図 2 磁界とは

2.3. 電磁界について

電磁界とは電界と磁界が組み合わされたものである(「図 3 電磁界のイメージ」参照)。

電流や磁気の方角や強さが時間的に変化する(交流)と、電界と磁界は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く。この波のことを電磁波と言い、波の伝わっている空間(場所)を電磁界と言う。

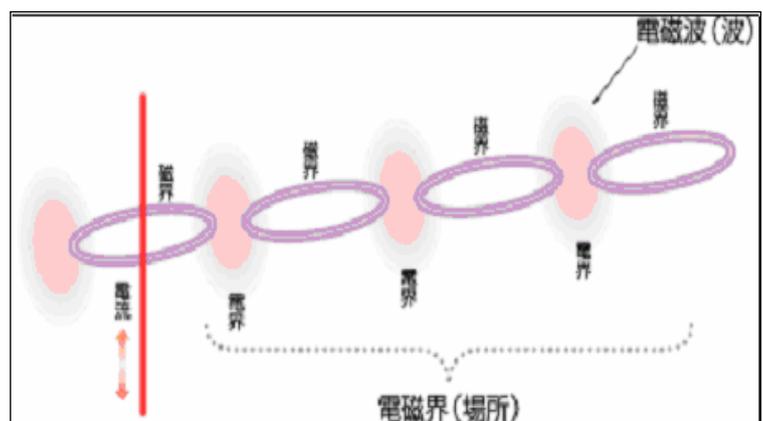


図 3 電磁界のイメージ

⁴ T(テスラ): 磁界(正確には磁束密度)の単位。ガウスとの換算が可能、1 ガウス=100 μT 、1T=10,000 ガウス。1 μT =10⁻⁶T。

WHO は、電界と磁界が生体系に与える相互作用をより良く理解するためには、電磁界を構成する波の物理的特性を知ることが必要として、ガンマ線やエックス線⁵などの「電離放射線」⁶の生物学的影響と、送電線や家庭用電化製品から発生する超低周波や無線通信に用いられるラジオ波、マイクロ波などの「非電離放射線」⁷の生物学的影響の違いについて示している⁸。

電磁波は、医療等に使われているガンマ線やエックス線などの「電離放射線」と、携帯電話、無線、ラジオ・TV放送等に使われている電波⁹、送電線や家庭用電化製品から発生する超低周波¹⁰などの「非電離放射線」に分けられる。周波数 50Hz、60Hz の送電線等の電力設備から発生する電磁界には遺伝子を直接傷つけるエネルギーはない。

⁵ ガンマ線:周波数 $10^{19} \sim 10^{25}$ Hz、エックス線:周波数 $10^{16} \sim 10^{20}$ Hz

⁶電離放射線:エックス線やガンマ線などの極めて高い周波数の電磁波で、細胞を構成する分子の原子結合を破壊することによって電離作用(プラスやマイナスに電荷された原子や分子を生成すること)を起こさせるのに十分な光子エネルギーを持っている。

⁷非電離放射線:光子エネルギーが原子結合を破壊するには至らない程の電磁波の周波数(または波長)帯域。この中には、紫外線、可視光線、赤外線、ラジオ波やマイクロ波等の無線周波数界、超低周波電磁界、静的電磁界が含まれる。

⁸ ファクトシート No.182 (1998 年 5 月) 電磁界と公衆衛生:「物理的特性と生体系への影響」

⁹ 電波:周波数 3×10^{12} Hz 以下の電磁波(電波法第二条)

¹⁰ 超低周波: WHO による国際電磁界プロジェクトでの名称に従い、300Hz 以下の周波数帯を Extremely Low Frequency (ELF) とし、これを超低周波とよぶ。

3. 世界保健機関（WHO）による電磁界健康リスク評価結果の概要

3.1. ファクトシート No. 322 の概要

WHO は、1996 年、電磁界に係る健康リスクの評価を目的とする国際電磁界プロジェクトを立ち上げた。2007 年 6 月、WHO は、超低周波電磁界の健康影響について正式見解として、「ファクトシート No. 322」（資料 1）を公表するとともに、専門家チームの見解として報告書(EHC No.238)¹¹を合わせて公表した。

同ファクトシートにおいては、一般の人々が普通に生活する上で、電界については健康上の問題はないとの見解を示した上で、磁界から生じる健康への影響について記述がなされている。その概要等は以下のとおりである。同ファクトシートのポイントについて表 1 に示す。

表 1 ファクトシート No.322 のポイント¹²

100 μ T より遙かに高いレベルの磁界により人の神経や筋肉が刺激されるメカニズムは、解明されている。各国は、労働者及び一般の人々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。

0.3~0.4 μ T といった低いレベルの磁界に長期間曝露されることによる健康影響については、疫学調査(症例対照研究)において、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る。しかし、この調査方法は結果に偏りを生じやすく、また、磁界曝露とがんの進展のメカニズムを説明する学説もなく、大多数の動物実験でも影響は示されていない。これら理由により、超低周波磁界と小児白血病との関係は、因果関係があると言える程の証拠は見あたらない。また、成人がん等他の病気については、関連する証拠は小児白血病との関係よりも弱い。

以上から、低いレベルの磁界に長期間曝露されることによる健康影響については、曝露低減の措置をとることにより、健康上の便益があるか不明。したがって、以下の 3 つを推奨する。

- i) 科学的証拠の不確かさを更に低減させるための研究プログラムを推進すべき。
- ii) 全ての利害関係者が、情報を提示した上で意思決定を可能とするための効果的で開かれたコミュニケーションの仕組みを構築することが奨励される。
- iii) 新規設備の建設、設計の際の曝露低減のための低費用の方法(国ごとに異なる)を探し求めても良い。恣意的に低い曝露規制値の採用に基づく政策は認められない。

¹¹ ELF EHC No.238:Extremely Low Frequency Fields Environmental Health Criteria Monograph No.238

¹² WHO ファクトシート No.322 を基に、本ワーキング・グループが要約したもの。

3.2. EHC No.238 とファクトシート No.322 の関係

EHC は WHO 専門家チームの見解をとりまとめた報告書に付される名称であり、WHO の決定や方針を必ずしも代表するものではない。WHO は専門家チームの見解をとりまとめた報告書を基にファクトシートで正式な見解を示すこととしている。本件に関しては、国際電磁界プロジェクトの専門家チームの見解と WHO の正式見解は完全には一致していない(資料 2)。

3.2.1 Precautionary approach

EHC No.238 とファクトシート No.322 で一致しないポイントの一つは、「念のための措置 (Precautionary approach)」の扱いである。

EHC No.238 では、『超低周波磁界への曝露と小児白血病との関連性の限定的¹³な証拠があるため、認められた急性影響に加えて、慢性影響の存在についての不確かさがある。ゆえに、「Precautionary approach(念のための措置)」の使用が正当化される。しかしながら、曝露ガイドラインの限度値を、「precaution」の名の下に恣意的なレベルに引き下げることには推奨されない。』、『超低周波磁界への曝露と小児白血病との相関についての証拠の弱さ、及び、仮に相関があったとしても、それが公衆に及ぼす影響は限定的であるから、曝露低減が健康にもたらす便益は不明である。ゆえに、「Precautionary measures」の費用は非常に低いものであることが望ましい。』¹⁴等、「precautionary (念のための)」という文章表現が数多く使用されている。また、WHO 国際電磁界プロジェクトは、「Precautionary approach」を電磁界に適用するため、健康リスク管理の考え方を「Precautionary な枠組み」としてとりまとめている。

しかし、2005 年 6 月に開催された国際諮問委員会においては、この「念のための措置 (Precautionary approach)」についての同プロジェクトの考え方を承認しなかった。同プロジェクトで再検討が行われていた 2005 年 10 月、EHC No.238 をとりまとめる ELF EHC の専門家会議が開催され、「Precautionary approach」に肯定的な議論が進められた結果、EHC No.238 には「precautionary」という言葉が数多く使用されることとなった。2006 年、同プロジェクトは、「Precautionary な枠組み」修正案の再提案を試みたが、同プロジェクト事務局の上部組織は、WHO は科学的に立証された公衆衛生政策を行う機関であるとして、WHO 内で同修正案の提案が認められず、同案は廃案となった。この様な経緯から、WHO の正式見解であるファクトシート No.322 では「precaution」という文言が一切使用されて

¹³ EHC No.238 では、1 章において、同書に用いる「限定的(limited)」の用語を、「証拠が単一の研究に限られる場合、又は、幾つかの研究について、計画、実施、解釈に関する未解決の疑問が残っている場合」と定義している。

¹⁴ EHC No.238 1.1.12 Protective measures

いない。

しかしながら、EHC No.238 では、政策決定者が「念のための措置 (Precautionary approach)」として取り得る政策として、「何もしない」、「研究」、「コミュニケーション」、「緩和措置」(磁界低減)の4つの選択肢が例示されている¹⁵。これを、ファクトシート No.322 において、WHO のガイダンスとして表 1 に示された提言と比較してみると、)「研究、)「コミュニケーション、)「磁界低減」が示されており、ファクトシートでは、「Precautionary」という表現はされていないものの、EHC No.238 が示した選択肢を「何もしない」を除き踏襲している。

磁界と小児白血病との関連を示唆する科学的根拠の不十分さを考慮しつつ、それでも将来、万が一、磁界による健康リスクが確認された場合のことを想定して、念のためにできることを行うという「Precautionary approach の使用」という概念は、結果としてみれば、EHC No.238 及びファクトシート No.322 に共通している。ただし、曝露低減に関する対策の優先度及び対策の必要性について認識の差が存在している。

EHC No.238 では「磁界低減」に関する提言が多く見られ、「研究」や「コミュニケーション」よりも先に提言されている。一方、ファクトシート No.322 では、EHC No.238 の「磁界低減」に関する項目を簡略化するとともに、提言の順序も変えて「磁界低減」策を3番目の提言項目とした。さらに、「磁界低減」策の検討・導入に対して、EHC No.238 の「should be implemented」(実行すべきである)から、「may be explored」(探し求めてもよい)と表現を変えている。このことから、WHO は「磁界低減」策については「Precautionary approach(念のための措置)の使用」への非常に消極的な姿勢を打ち出していると考えられる。

我が国として講ずるべき措置の検討に当たって重要なポイントは、「Precautionary approach」の概念は、リスクの存在の可能性に関する科学的な証拠の強弱や、疑われるリスクが及ぼす公衆衛生学的影響の大きさによって、採用すべき管理方策が大きく異なることである。

磁界が小児白血病を引き起こす可能性は、完全に否定はできないものの因果関係は確認できず、かつ、仮にリスクがあったとしても公衆衛生上の影響は小さいという判断から、WHO としては、「Precautionary approach」という考え方に基づく現時点での磁界の健康影響に対する適切な管理方策として、以下の内容を提言しているものと理解される。

¹⁵ EHC No.238 13.5 Discussion and recommendations

第一に、科学的な証拠を蓄積するための研究を実施し、その原因を究明することが重要。(表 1 i))

次に、このような状況をさまざまな対象者に正確かつわかりやすく伝えるためのコミュニケーションの構築を奨励。(表 1 ii))

更には、公衆衛生上の便益は不明確であるとの認識の下、仮に磁界低減を行うならば低費用でできることを検討してはどうか。

なお、上記のようなリスクの存在の曖昧さを考慮すれば、ICNIRP(注)等の科学的な根拠に基づくガイドライン値を無視して、恣意的に任意の曝露制限の設定を行うことは明確に否定する。(表 1 iii))

(注) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection(国際非電離放射線防護委員会)、非電離放射線からの人体の防護に関する指針の提供等を行うことを目的として設立された組織。ガイドラインは 4.1.1 表 2 参照。

<Precaution と Preventionの違いについて>

電磁界を議論する際よく使われる「Precautionary approach」という用語に対して当てられることの多い「予防」という訳語は、リスクの存在や大きさがある程度わかっているものに対し、そのようなリスクから人を予め防護する(prevention)という意味を持ち、我が国において明らかに誤用されている。「precaution」と「prevention」という概念は大きく異なるものであり、このような誤用を避けることが必要である。

このため、本報告書では、「Precautionary approach」に対して、「念のための措置」という訳語を用いている。

<電磁過敏症について>

ファクトシート No.296(注)及びEHC No.238では、電磁波に対して過敏であると訴える人々(いわゆる、電磁過敏症)が存在することは認めるが、本人に判らないように電磁波を曝露させたりさせなかったりして、症状や電磁波の曝露の有無を自覚できるかという二重盲検法のこれまでの数多くの研究結果から、このような症状と電磁波の曝露に関係は認められない旨述べられている。

また、過敏症を訴える人々の症状の原因については、不明であるものの、電磁界とは関係しない環境因子、職場や生活環境でのストレスが原因である可能性が示唆され、さらに、電磁界の健康影響を恐れるストレス反応が関係している可能性も示唆されている。

(注)WHO ファクトシート No.296 2005年12月 電磁界の公衆の健康：電磁過敏症

4. 電磁界の健康リスク評価・管理に係る動向

4.1. 磁界の短期的影響を考慮した健康リスク評価・管理に係る動向

4.1.1 短期的影響を考慮した曝露ガイドライン (ICNIRP、IEEE)

超低周波磁界から生じる健康リスクの評価については、ICNIRP(国際非電離放射線防護委員会)とIEEE(米国電気電子学会)¹⁶が行った検討及びガイドラインが有益な内容を含んでいる。

(1) ICNIRPのガイドライン

1977年、国際放射線防護学会(IRPA)¹⁷は、様々な種類の非電離放射線に関連して考えられる生物学的影響を調査し、非電離放射線の曝露限度に関する国際指針を作成し、非電離放射線防護に関するあらゆる問題を扱うため、国際非電離放射線委員会(INIRC)¹⁸を設置した。

1992年、INIRCはIRPAから独立した組織となり、ICNIRPとなった。ICNIRPは、電磁界に関する国際的な指針として、1998年、時間変化する電界、磁界、電磁界への曝露制限のためのガイドラインを示した。

ICNIRPのガイドラインでは、職業曝露について、数Hzから1kHzの誘導電流密度が、人体の中樞神経系の興奮現象に急性影響を与える閾値を $100\text{mA}/\text{m}^2$ と評価し、10倍の安全係数をとって $10\text{mA}/\text{m}^2$ を職業曝露に対する基本制限値とした。また、一般の人々に対してはさらに5倍の安全率をとって、 $2\text{mA}/\text{m}^2$ を基本制限値¹⁹とした。基本制限値は誘導電流密度で示されるため、人体の曝露される電磁界の強さと直接には結びつけられない。

このため、ICNIRPのガイドラインでは、基本制限値に等しい誘導電流密度を生じさせる、人体に入射する電界強度及び磁界強度(磁束密度)についてモデルを用いて換算し、電界強度及び磁界強度で表した参考レベル²⁰を示している(表2)。換算のモデルでは人体に最

¹⁶ The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

¹⁷ International Radiation Protection Association. 1962年に設立。多くの国々の放射線防護に関係する人々が効率的に情報交換できるシステムを提供し、それら国々の放射線防護を進展させることを目的としている。

¹⁸ International Nonionizing Radiation Committee

¹⁹ 確立された健康影響を直接的な根拠として定めた、時間的に変化する電界、磁界及び電磁界の曝露に関する制限。これらの制限を記述する物理量は、電流密度、比エネルギー吸収率及び電力密度であり、周波数によって異なる。曝露を受けた人について容易に測定できるのは、空気中、すなわち体外の電力密度だけである。(GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS(up to 300GHz) 1998 ICNIRP)

²⁰ 基本制限を超えるかどうかを決定する目的で、実際の曝露評価を行うために導き出されたもの。基本制限から導き出された物理量は、電界強度、磁界強度、磁束密度等である。個々の曝露状況について、これらの量の測定値又は計算値が当該の参考レベルと比較される。参考レベルが満たされれば、関連する基本制限が満たされることは保証されると考えられる。(GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS(up to 300GHz) 1998 ICNIRP)

も強く電磁界が結合する最悪条件を想定している。このため、参考レベルに等しい電界や磁界が人体の一部に入射しても、上記の基本制限値を超えるとは限らない。参考レベルを用いてガイドライン適合性の評価を行うためには、電界強度や磁界強度の測定値を、発生源の性質に応じて適切に評価する必要がある。

なお、ICNIRP では、非電離放射線防護の一般的なアプローチとして、疫学研究は人の健康への影響の直接的な証拠である強みを持つものの、リスクが小さい場合には、動物実験、生物実験といった生物学的妥当性が認められるか、影響を支持する実験データがなければ、疫学研究だけでは因果関係を認めるための十分なデータとは言えないとしている。このため、発がん等を含む長期的な影響に関しては、疫学調査結果が磁界曝露と小児白血病の関連性を示すことを認めながらも、低いレベルの磁界に長期間曝露されることが疾病をもたらすという生物学的な裏付けがないことから、同ガイドラインには反映されていない。

(2) IEEE 規格

一方、IEEE でも、電磁界に係る健康影響を評価した規格を提示している。IEEE 規格は、確立されている急性影響である刺激作用を根拠として許容値を導いている点で、ICNIRP のガイドラインと基本的には共通の考え方であり、WHO は ICNIRP ガイドラインとともに IEEE 規格も科学的根拠に基づくガイドラインとして位置付けている。

IEEE 規格では、基本制限値を電流密度ではなく、組織内に誘導される内部電界で与えている。この基本制限値から、人体に入射する電界強度や磁界強度で表される最大許容曝露を導いている。この最大許容曝露が、ICNIRP ガイドラインの参考レベルに相当する。しかし、最大許容曝露を導くための刺激作用の扱いやモデルが異なるため、両者の値はかなり異なる(表 2)。

WHO はこれまで一貫して ICNIRP のガイドライン採用を各国政府に提言し、実際に世界の大多数の国が ICNIRP のガイドラインを採用している。一方、米国を含めて、IEEE 規格を強制力のある規制等に採用している国は現在のところない。

表 2 商用周波電磁界に関する一般の人々への曝露制限値(参考レベル²¹)の比較

	電 界 [kV/m]	磁 界 [μ T]
ICNIRP	5 . 0 (50Hz)	1 0 0 (50Hz)
	4 . 2 (60Hz)	8 3 (60Hz)
IEEE	5 . 0 (50,60Hz)	9 0 4 (50,60Hz)

²¹ 参考レベルは、全身が曝露される場合に適用され、身体の局所に限定された曝露では、必ずしもこの数値が限度値にはならない。

4.1.2 海外及び我が国における規制等の動向

(1) 海外における規制等の動向

欧州では、1999年、欧州理事会が、一般の人々の電磁界曝露によって生じる短期的な健康影響について ICNIRP ガイドラインの数値を用いた曝露の制限を勧告した²²。この勧告に従って、高いレベルの磁界の短期曝露に関して、法律に基づき規制を行っている国が存在する。そのような国として、ドイツ、フランス、イタリアが挙げられる。また、法的な拘束力を持たない勧告、ガイドラインとして ICNIRP のガイドラインと同じ数値を採用している国としては、オーストラリア、スウェーデン、イギリス、オランダ等が挙げられる。

磁界の短期曝露に加えて、磁界低減の観点から、ICNIRP ガイドラインよりかなり低いレベルの磁界に長期間曝露されることによる健康影響の潜在的な可能性に関して、「Precautionary approach(念のための措置)」として制限値を設けている国としては、スイス、イタリア等が挙げられる。このような国々では、ICNIRP の曝露制限値以外に、住宅、病院、学校等の特に気を配ることが必要と考えられる場所において、設備に対して、磁界の放出制限値(スイス:1 μ T)、あるいは、曝露制限値(イタリア:注意値²³(attention value, 10 μ T)、安心目標²⁴(quality objective, 3 μ T))を設定し規制を行っている。

また、科学的に正しいと考えられるような磁界低減対策がないとしても、設備からの磁界発生を低減するための、簡単で、容易になし得る、低いコストで講じる対策(賢明なる回避(Prudent Avoidance)²⁵)が行われている国等として、スウェーデン²⁶、オーストラリア²⁷、米国カリフォルニア州²⁸等が挙げられる。

電界についても、上記に述べた磁界に対する何らかの措置が行われている国々においては、ICNIRP のガイドラインを参考に、5kV/m の制限値が規制、あるいはガイドラインの形

²² The Council of the European Union. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC), Official Journal of the European Communities 1999;30(7). 電磁界(0~300GHz)への公衆曝露制限に関する理事会勧告。

²³ 公園・住居等人々が一日4時間以上滞在する場所(新設、既設)が対象。

²⁴ 公園・住居等人々が一日4時間以上滞在する場所(新設)が対象。注意値、安心目標の数値の根拠は示されていない。

²⁵ Carnegie Mellon 大学の Morgan, G. らにより提唱された商用周波電磁界のリスク管理施策。1989年の米国技術評価局(US Office of Technology Assessment)に提出された報告書では、施設の施設ルートの再検討及び電気系統や電気器具の設計変更により、人々を電磁界から遠ざけるための施策と定義されている。賢明なる回避とは、科学的に正しいと考えられるようなリスク低減対策がない場合に、電磁界曝露を低減させる低コストの措置を採ること。(WHO 背景説明 2000年3月 電磁界と公衆衛生:「用心政策」)。慎重なる回避と表現している場合もある。

²⁶ 自治体向けガイダンス。リスクの存在は不確実で、制限値や強制的規制を導入する根拠はないが、ある程度の用心は必要として、費用対効果のある対策を推奨(制限値や離隔距離等の定量的指針ではない)。住民の苦情を受けて、自治体、教育省、建設業者が費用を支出している。どのような措置を行うかは各コミュニティ(市町村)の判断に任されている。

²⁷ 電気事業者の自発的対応。

²⁸ 曝露制限値は設定されていないが、州公益事業委員会の指示に従い、電気事業者は、送電線・変電所の新設及び拡充計画の際、15%以上の磁界低減に予算の4%を目安として電磁界対策のために上乗せしている。

で設けられている。

表 3 国内外の一般環境の超低周波(商用周波)電磁界に関する規制・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	1998年	5.0 (50Hz)	ガイドライン	100(50Hz)	ガイドライン
	"	4.2(60Hz)	"	83(60Hz)	"
【国レベル】					
日本	1976年	3	規制	-	-
米国(注1)		-	-	-	-
ドイツ	1997年	5	規制	100	規制
イタリア	2003年	5	規制	100(注2)	規制
スイス	2000年	5	規制	100(注2)	規制
オーストリア	1994年	5	ガイドライン	100	ガイドライン
フランス	2001年	5	規制	100	規制
スウェーデン	2002年	5	勧告	100	勧告
英国	2004年	5	ガイドライン	100	ガイドライン

「規制」：法規に基づいた義務、「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)米国に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2)スイス、イタリアでは本規制値(曝露制限値)以外に住宅、病院、学校等の特に気を配ることが必要な場所において、設備に対して、「念のための政策」に基づいた磁界の放出制限値、あるいは、曝露制限値を設定している。

なお、欧州では、電磁界によって生じる長期的な健康影響については、欧州委員会が、2002年、「電磁界(0～300GHz)への公衆曝露制限の理事会勧告に関する実施状況報告書」を出しており、『現状では、電磁界の非熱的作用による健康への影響は十分な証拠を示していない。それゆえ、欧州委員会は「Precautionary principle」²⁹を発動することはできないと考えている。電磁界が人の健康に対し潜在的にリスクがあるとするはっきりとした示唆がないため、電磁界については、「Precautionary principle」を適用することができない。』旨述べている(資料3、4)。その結果、欧州では各国ごとに対応が行われている。

(2) 我が国における規制等の動向

我が国においては、「電気事業法」及び、同法に基づく、「電気設備に関する技術基準を定める省令」により、電圧7,000Vを超える電線については、静電誘導感知防止の観点から、地表1mにおける電界強度が3kV/m以下になるように施設することが義務付けられている。また、技術基準に適合していない場合には、国は、同法に基づいて、設置者に対し、技術基準に適合するよう当該設備の修理、改造、移転、使用の一時停止を命じることができる。このように、電界については、従来から、国際的に見て厳しい規制を行っていると言える。一方、磁界については、現在規制は行われていない。

²⁹ Precautionary principle: 科学的不確実性が大きな場合のリスクに対処するために適用される政策。より科学的に根拠のある対策を裏付けるデータが得られるまでの間、健康に対して重大となり得る可能性を秘めた脅威に対し暫定的な対策を立案するために使われる(WHO 背景説明 2000年3月 電磁界と公衆衛生:「用心政策」)。

4.1.3 電力線等から発生する磁界の強さ

テレビや掃除機などの家電製品や送電線などの電力設備に電気が流れる場合には、それらの周りに必ず電界と磁界が発生する。

実際の電力設備から発生する磁界の強さについて、経済産業省では、平成 15 年から 4 年間にわたり、送電線、変電所、路上変圧器、地中からの電線ケーブルの立ち上がり部の磁界の大きさを測定する調査事業を実施している³⁰（資料 5）。

測定の実施場所は、首都圏及び全国の地方都市について、一般の人々の立ち入りが容易で、他の磁界発生源の影響を極力受けない場所を選定した。また、電力需要が多く電流量が比較的多いと見込まれる 7 月～10 月の日中に測定を実施した。

測定の結果、局所的な最大値としては、路上変圧器について、最大値 124.4 μ T（設備表面での値）、また、ケーブルの立ち上がり部について、最大値 144.0 μ T（設備表面での値）が測定される場合があることが確認されたが、架空送電線（562 カ所）、架空配電線（11 カ所）、変電所（13 カ所）については、最大でも 20 μ T 未満であった。送電線については、地表 0m、0.5m、1m、1.5m で測定、変電所については、敷地境界、地表 1m で測定を行った。その結果を表 4 に示す。



写真 1 架空送電線



写真 2 架空配電線

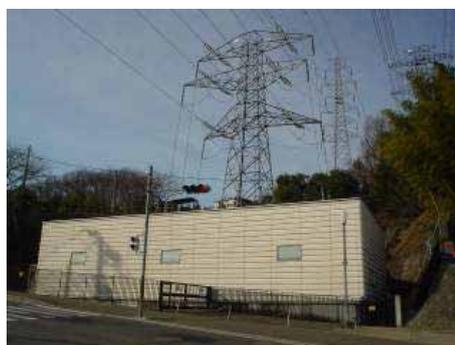


写真 3 変電所



写真 4 路上変圧器

³⁰ 経済産業省 原子力安全・保安院 委託事業 電力設備環境影響調査報告書（平成 15 年度～18 年度）



写真5 ケーブルの立ち上がり部

表4 電力線等から発生する磁界の測定結果

対象設備	測定地点	最大値(μT)	測定日時	測定ポイント	
架空送電線	500kV	87	8.97	2004/ 9/ 1 11:28	地表 1.5m
	275kV	100	10.07	2004/ 7/28 14:24	
	220kV	6	0.79	2004/ 7/ 5 14:04	
	187kV	39	5.76	2005/ 8/23 14:56	
	154kV	59	7.47	2005/ 8/29 13:40	
	110kV	10	1.81	2004/ 7/13 9:56	
	77kV	64	3.27	2004/ 8/10 9:57	
	66kV	197	3.47	2004/ 9/ 2 9:45	
地中送電線	275kV	5	2.72	2003/ 9/25 15:06	地表 0m
	154kV	11	3.89	2004/ 8/ 4 15:30	地表 0.5m
	77kV	16	13.4	2003/ 9/24 13:49	地表 0m
橋梁添架	154kV	3	9.28	2003/ 9/17 12:00	地表 1m
	77kV	2	16.4	2004/ 9/10 10:08	地表 0.5m
架空配電線	22kV、6.6kV	11	1.13	2003/10/01 13:36	地表 1m
変電所	66/22kV、 66/6.6kV	13	3.99	2004/ 7/22 13:06	敷地境界、地表 1m
路上変圧器	-	63	124.4	2003/ 8/27 9:54	設備表面、地表 0.5m
ケーブル立ち上がり部	6.6kV	14	144.0	2003/ 8/27 16:14	ケーブル表面、地表 1.5m

比較的大きな値を示した路上変圧器及びケーブルの立ち上がり部については、磁界分布の詳細測定を実施した。

その結果、路上変圧器については、機器の側方に高圧ケーブルと低圧ケーブルが埋設されているが、低圧ケーブルが埋設してある方向で最大値が確認された。また、機器から水

平距離が増すにつれて急激に減衰する傾向を示し、機器表面では9.98 μT であったものが表面から30cm離れると1.66 μT と約17%まで減衰した(地表0.5m)。また、ケーブルの立ち上がり部についても路上変圧器と同様ケーブルからの水平距離が増加するに従い急激に減衰する傾向を示し、機器表面では15.8 μT であったものが表面から30cm離れると1.4 μT と約10%まで減衰した(地表1.0m)(図4、図5)。

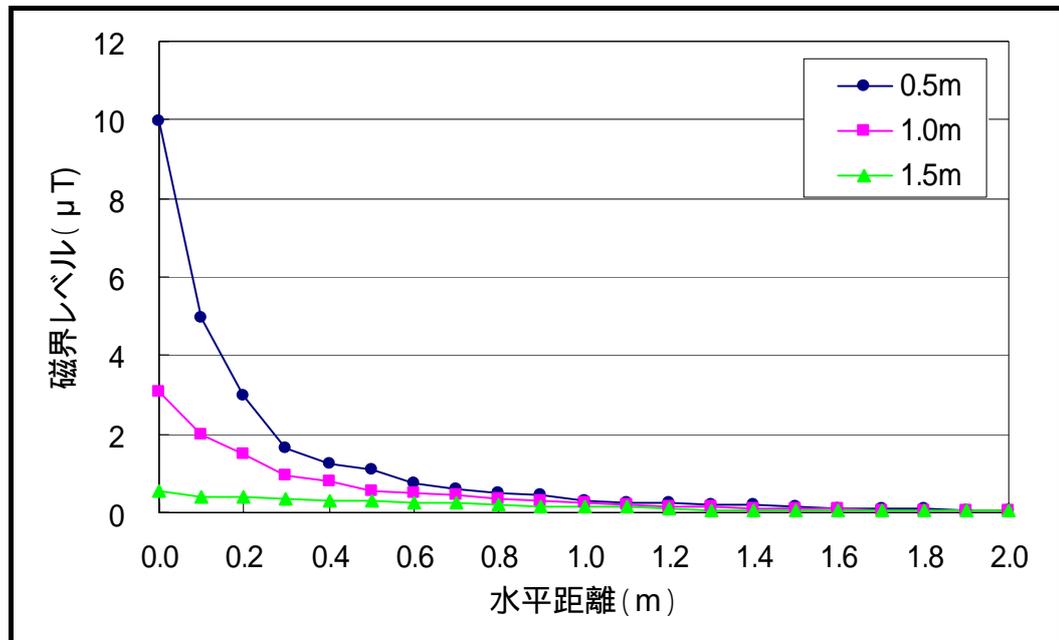


図4 路上変圧器の水平方向磁界分布³¹

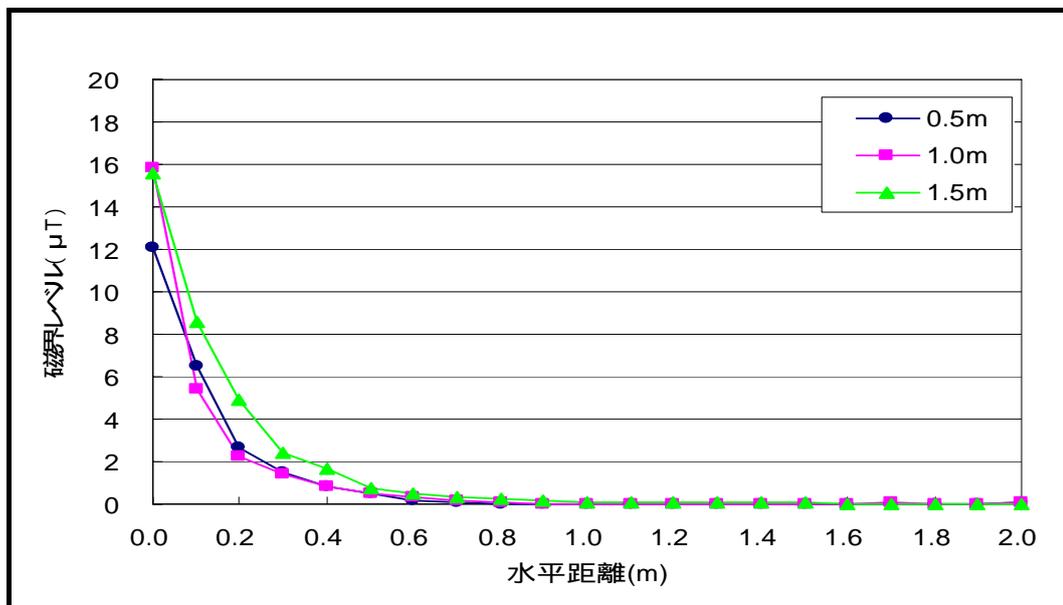


図5 ケーブル立ち上がり部の水平方向磁界分布³²

³¹ 2007年2月1日測定。

³² 2007年2月1日測定。

送電線を含め、我々の身の周りにある設備・製品からの磁界の強さを図 6 に示す。

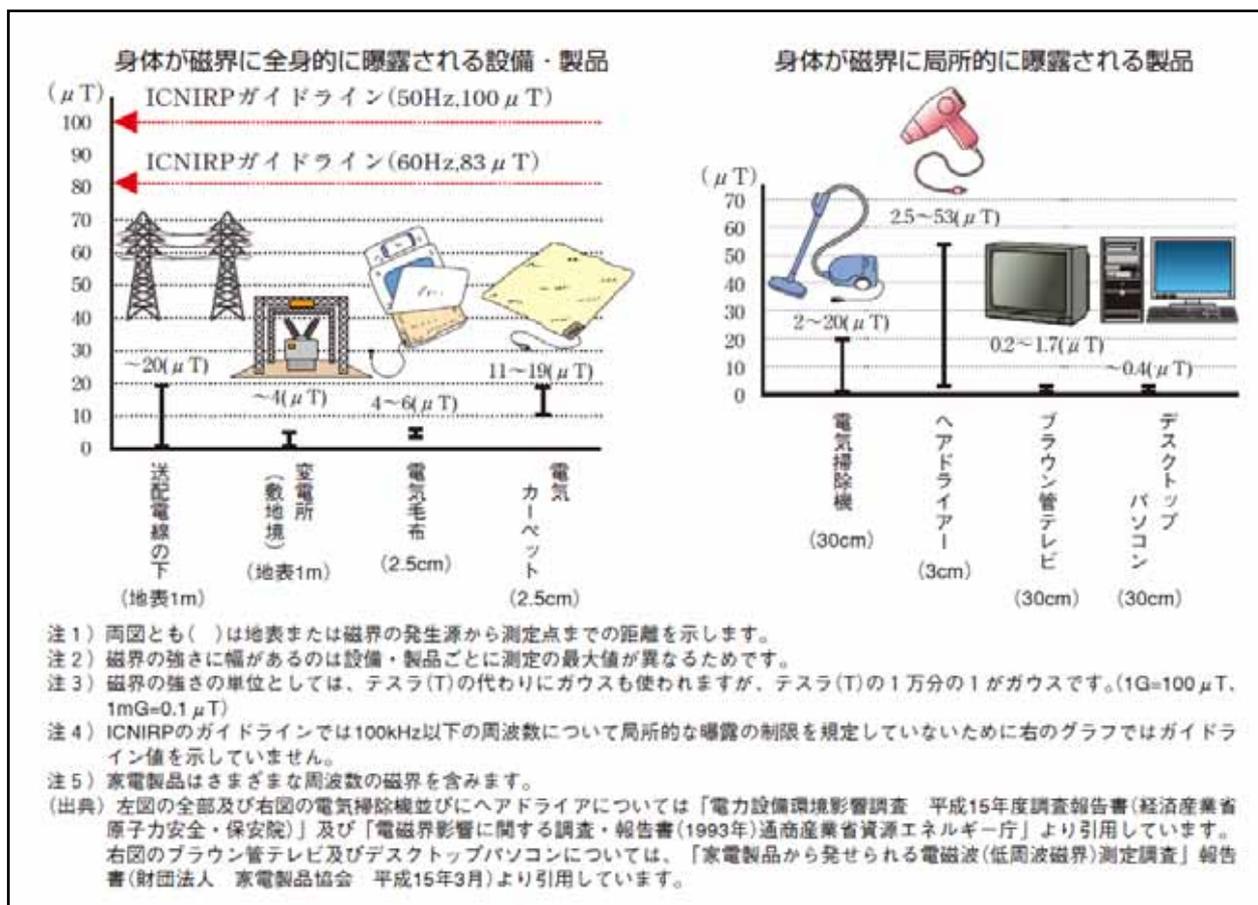


図 6 我々の身の周りにある設備・製品からの磁界の強さ

4.1.4 磁界の測定方法に係る検討状況

磁界の規制のあり方を考える上で、磁界の測定方法の標準化は極めて重要である。磁界の測定方法については、電気、電子分野における標準化に関する議論を行うための国際機関である国際電気標準会議(IEC)³³において、必要な規格の審議、策定が行われている。既に一般的な磁界測定法については国際規格 IEC61786 が策定されている³⁴。しかし、非常に広範囲にわたる送電線等の電力設備に関し、ICNIRP の電磁界に係る曝露ガイドラインとの比較を前提とした実用的な国際規格はなく、IEC は、1999 年、人工的な電気・電子機器により発生した電磁界に対する人体曝露に関する測定及び計算法について標準化を行うため、TC106(Technical Committee:技術委員会)を設立した。

³³ IEC: International Electrotechnical Commission

³⁴ 本国際規格は翻訳され、日本工業規格(JIS C1910「人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定 - 測定器の特別要求及び測定の手引き」)として刊行されている。

国内でも、IECのTC106に対応するため、学識経験者、関係省庁、業界等からなるTC106国内委員会が1999年に設置された。2004年7月、TC106国内委員会は、IECに対し、人体曝露を考慮した電力線からの電磁界の測定手順の規格案を提案した。

我が国が提案した測定手順の内容は、電界及び磁界の人体が占める空間の平均値の求め方としては、空間的に均一な電磁界の場合（送配電線下等）地面からある高さ（例えば、1.0m）における1点での測定値を空間的平均値とみなし、また、空間的に不均一な電磁界の場合（路上変圧器、地中ケーブル上等）には、地面からある高さの別の3点（例えば、0.5m、1.0m、1.5m）でそれぞれ測定を行い、3つの測定値の算術平均を空間的平均値とみなしている。

また、電力設備が発生する電界及び磁界の設備周辺での発生最大レベルの求め方としては、一般の人々が接近可能な電力設備周辺での測定距離については、一般の人々の接近状態（側方通過等）電力設備周辺の電界及び磁界の空間的分布を考慮して設備から合理的な距離を確保した地点で、電力設備に沿った測定を実施し、最大レベルが得られる地点を探す方法を提案している。

2004年12月、IECにおいて日本提案は新規プロジェクトとして承認され、国際規格案作成のためのプロジェクトチームが結成された。2007年2月、第二次草案が各メンバー国に回付され、各メンバー国からのコメントを踏まえて、現在、第三次草案の作成が進められており、2009年3月に国際規格が成立する見込みである（資料6）。

4.2. 磁界の長期的影響の可能性を考慮した健康リスク評価・管理に係る動向

4.2.1 国際がん研究機関（IARC）の見解（電磁界に係る発がん性評価）

長期的な健康への影響の要因の分析に当たって、主として用いられる手法は、疫学研究と生物学的研究である。

WHOの付属機関である国際がん研究機関（IARC）³⁵では、超低周波電磁界が人の発がんに影響を与えているかどうかを評価している。その評価に当たっては、ヒトに対する証拠（疫学調査）と動物に対する証拠（動物実験）をそれぞれ評価し、細胞実験研究の結果も含めて、発がん性分類の総合評価を行うプロセスを経る。IARCによってなされた総合評価の発がん性分類を表5に示す。なお、IARCの発がん性評価は、その物質や環境ががんの原因となるかどうかを定性的に分類したものであり、定量的な発がん性を評価したのではない。

IARCの総合評価書（IARCモノグラフ80）によれば、超低周波磁界が小児白血病発症に与える影響については、「ヒトにとって発がん性があるかもしれない（グループ2B）」、また、静磁界、静電界、超低周波電界については、「ヒトの発がん性について分類できない（グループ3）」と判断されている³⁶。

表5 IARCによる発がん性分類（2007年12月現在）

発がん性の分類及び分類基準	既存分類結果 [934例]
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に用いる	カドミウム、ダイオキシン(2,3,7,8-TCDD)、アスベスト、たばこ(能動、受動)、アルコール飲料、X線、太陽光 [他を含む102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 ³⁷ であるが、動物への発がん性に対して十分な証拠がある場合に用いる	PCB、ホルムアルデヒド、ディーゼルエンジン排ガス、紫外線、太陽灯(日焼け用ランプ) [他を含む69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十分な証拠が無い場合に用いる	クロロホルム、鉛、コーヒー、ガソリン、漬け物、ガソリンエンジン排ガス、 超低周波磁界 [他を含む246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 ³⁸ であり、動物実験での発がん性に対して十分な証拠が無い場合に用いる	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 [他を含む516例]
グループ4：おそらく発がん性はない 人及び動物実験において発がん性がないことを示唆する証拠がある場合に用いる	カプロラクタム(ナイロンの原料) [1例]

³⁵ IARC: International Agency for Research on Cancer

³⁶ 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 Carcinogenic Risks to Humans, 80). (2002)

³⁷ 「限定的」: IARCは、疫学に関する「限定的な証拠」の一般的な判定クライテリアとして、「曝露とがんの間に正の相関が認められ、因果関係の説明は信頼できるものと認められるが、偶然、バイアス(偏り)及び交絡因子を納得できる信頼性をもって除外できない場合」と定義している。今回、EHC No.238では、超低周波電磁界への曝露と小児白血病との相関について、IARCの評価にその後の研究も加味して評価を行った結果、「証拠は因果関係があると考えするのに十分なほどには強くなく、発がん性があるかもしれない(グループ2B)の分類のまま(12.2.3 Chronic effects)」と示している。

³⁸ 「不十分」: 重大な量的又は質的な制約のため、研究がある影響の存在の有無を示していると解釈できない場合、あるいは、利用可能なデータがない場合。

4.2.2 疫学研究

疫学調査は、疾病の発症リスクを増加又は減少させる要因を観察研究の方法で同定する手法である(資料7)。

(1) 疫学研究の成功例

疫学研究は、19世紀に、伝染病や食中毒などの急性疾患の原因究明に本格的に用いられ始めた。原因が単一であること、短期間の急性発症であることから、疫学はこれら急性疾患の原因究明に大きな力を発揮した。20世紀には、欧米諸国は伝染病から、がん・循環器疾患などが中心の慢性疾患の時代に入ったが、特にがんの原因究明について引き続き、疫学は大きな力を発揮した。代表例を挙げれば、ひとつは職業がんの原因究明、もうひとつは喫煙と肺がんの関連の究明においては、疫学的貢献が大きい。

IARCの発がん性評価でグループ1と判定されたものの中には職業曝露に関連したものが多いが、これらは、疫学が職業がんの原因究明の際に有効であったことを示した例である。職業曝露が他の発症因子に比べて非常に強い発がん因子であり、相対危険度は数十倍から数百倍と強力であることが背景にある。喫煙と肺がんの疫学研究についても同様であり、喫煙は肺がん発症の大部分を説明できる主要な発がん要因であり、相対危険度は5~15倍の増加を示す³⁹ことが、疫学が力を発揮できた背景にある。

がんの原因究明で、職業がん、喫煙と肺がんの疫学が成功を収めた理由としては、上述した強い発がん性の他に、「コホート研究」と呼ばれる分析疫学手法を用いることができた点が多い。コホート研究が高い信頼性を持つ理由は、追跡調査によって、曝露状況に応じた発症リスクが罹患率、死亡率を指標として評価することができることによる。症例対照研究では、症例群と対照群が選ばれるプロセス、過去の曝露情報を収集するプロセスで様々な問題(偏り:バイアス)がリスク推定に影響して正しい評価が妨げられる可能性が指摘されているが、コホート研究では、この問題の大部分を解決できるのが強みである。職業曝露は正確な記録が残されていること、喫煙は毎日の習慣的行動であることから、曝露の把握が比較的容易であることもコホート研究が実施できた理由である。

(2) 疫学研究の適用範囲

これまで電磁界の健康影響に関する研究で適用されてきた疫学調査のほとんどは症例対照研究と呼ばれるものであるが、いくつかの疫学調査では「小児白血病と電磁界の強度に関連がある」との報告がなされている⁴⁰。これを、上述した喫煙と肺がんの疫学研究と

³⁹ Public Health Service, U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Smoking and Health, Report of the Advisory Committee to the Surgeon General of the Public Health Service. Public Health Service Publication No. 1103, 1964.

⁴⁰ 関連ありとする論文: Feychting, M & Ahlbom, A: Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-

対比すると、その適用範囲の限界がより明確になる。

まず、コホート研究による信頼できる成績が得られていないことを挙げる事ができる。罹患率が人口 10 万人対で年間数人程度である小児白血病の疫学研究をコホート調査で行うためには百万人以上の小児を追跡調査する必要があるが、これを現実には実施することは相当困難を伴う。これまで我が国のみならず欧米各国でもそのような研究は実施されていない。これまでの研究で、症例対照研究の成績のみで確定的な評価、すなわち、IARC の評価でいうと、十分な証拠 (sufficient evidence) と判定された例はなく、症例対照研究のみの成績に頼る限り、疫学研究の不確実性に直面せざるを得ないのは、超低周波磁界の健康影響に限ったことではない。

このように疫学研究が確定的な情報を提示できない場合には、動物実験や細胞実験といった生物学的研究での成績が重要な意味を持つことになる。例えば、ダイオキシン類の中で、IARC 評価でグループ 1 に分類された 2,3,7,8-tetrachloro-dibenzo-para-dioxin (2,3,7,8-TCDD) と呼ばれる物質については、疫学調査で得られた証拠の評価は超低周波磁界と同じく、「限定的な証拠 (limited evidence)」であったが、動物実験では発がん性 (プロモーター作用) が明確に認められ、「十分な証拠 (sufficient evidence)」と判定された。両者の組み合わせでは、通常はグループ 2A に分類されるが、そのメカニズムが、Ah レセプター⁴¹を介することが解明されていること、この Ah レセプターは遺伝的に良く保存されていて、ヒトでも同様のメカニズムで作用する可能性が高いことから、グループ 1 との判定になったものである。

一方、超低周波磁界の場合は、疫学研究で得られている証拠も十分ではなく、大多数の動物実験、生物学的研究でも磁界の影響は認められていない。したがって、発がん性の有無について、健康リスク管理に結びつくような証拠は得られていないというのが一般的な理解である。

(3) 磁界と小児白血病に関する疫学研究の問題点

IARC が行った超低周波磁界と小児白血病の発がんリスク評価では、世界 9 カ国で行われた小児白血病の症例対照研究のデータをプールして行われたプール分析 (2000 年)⁴²が重

voltage power lines, AM.J.Epidemiology, 138,7, pp.467-481 (1993)、The Working Group Organized by the NIEHS: Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields, June (1998)、Ahlbom, A et al.: Electromagnetic fields and childhood cancer, Lancet, 342, pp.1295-1296 (1993)など。
関連なしとする論文: Statement by the Council of American Physical Society: Power Line Fields and Public Health, April (1995)、Committee on the Possible Effects of Electromagnetic Fields on Biologic Systems et al.: Possible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields, (1996)、Verkasalo, P et al.: Risk of cancer in Finnish children living close to power lines, BMJ., 307, pp. 895-899 (1993)など。

⁴¹ arylhydrocarbon receptor。生物の体において、外界や体内からの刺激を受けとる分子の一種。

⁴² Ahlbom, A et al.: A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia, Br J Cancer 83(5):692-698 (2000)

視された。WHO の EHC No.238 では、IARC の評価後に日本と英国で発表された疫学調査のデータ⁴³も含めて検討を行った結果、0.3~0.4 μ T を超える磁界に曝露された集団について、小児白血病の相対危険度が、0.3 μ T 以下の集団に比べて 2 倍になるとの結果が改めて示された。ただし、疫学的証拠は、結果に偏りを生じやすい等の手法上の問題があるために弱められている⁴⁴。EHC No.238 では、これまでの疫学研究は、超低周波磁界と小児白血病について限定的な証拠 (limited evidence) を提示しているという判断に変更を加えるべき新たな証拠が見いだされていないという判断がなされた。

磁界と小児白血病に係る調査の実施に際しては、患児(症例群)と健康児(対照群)の親の協力が不可欠である。症例対照研究においては、偏りを生ずる因子が影響する可能性を排除することが必要であるが、親の協力率がそれぞれ 100% でない場合には、症例対照研究で得られるリスク推定値の信頼性が低下する。送電線の近くに住むか、遠くに住むかで症例群、対照群への参加に違いがある場合には、それがリスク推定値に偏りを与える。送電線の近くに住む症例群の参加率がより高い場合、送電線の近くに住む対照群の参加率が低い場合には、相対危険度の推計値が過大評価されることが理論的に示されている。

また、小児白血病のリスクを上げている隠れた真の原因が他にある可能性についての指摘もある⁴⁵。例えば、高圧線の近い地域と遠い地域では、居住条件や生活条件などに違いがあり、それが白血病リスクの違いの真の原因であるかも知れない。これは仮定の話であるが、疫学研究の結果を評価する際には常に注意が必要である。

相対リスクが 2 倍と言われれば、「2 倍も危険」と解釈するのが普通であるが、上記のような偏りやほかのリスク原因の存在が否定できない場合は直ちに因果関係を示す十分な証拠とはみなされず、引き続き研究が必要と解釈されるのが通例である。

疫学調査を含め、人を対象とした研究は、動物・細胞実験に比べ相対的に重要度が高いことは事実である。しかしながら、疫学調査で、ある要因と疾病との関連性を十分に説明できない場合、その因果関係を判断(原因と結果を同定)するためには、疫学以外の動物・細胞を用いた研究分野で関連の整合性を説明できる結果が求められる。

⁴³ Kabuto M et al.: Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan, *Int J Cancer*(119(3)):643-650, August (2006)。急性リンパ性白血病については、有意な関連性ありとの傾向を示したものの、急性骨髄性白血病も加えた小児白血病全体では、増加傾向は認められたものの有意な関連性は認められなかった。

⁴⁴ Hatch EE et al.: Do confounding or selection factors of residential wiring codes and magnetic fields distort finding of electromagnetic fields studies? *Epidemiology*, 11(2):189-198 (2000)、Mezei G & Kheifets L. Selection bias and its implications for case-control studies: a case study of magnetic field exposure and childhood leukaemia. *Int J Epidemiol*, 35(2):397-406 (2006) など。

⁴⁵ Kheifets L & Shimkhada R: Childhood leukemia and EMF: review of the epidemiologic evidence. *Bioelectromagnetics*, 26(Suppl 7):S51-S59 (2005) など。

このため、疫学調査で関連性が示される、磁界曝露と小児白血病に関する証拠は、因果関係があると見なせるほど強くないというのが一般的な理解である。

4.2.3 我が国における電力設備から生じる磁界に係る研究状況

経済産業省は、超低周波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、平成9年度から18年度にかけて、ラット、マウスを使った動物曝露試験を委託事業により実施している。同事業により、7つの動物曝露試験を実施した結果、いずれの試験においても、実施した一連の試験条件では超低周波磁界に腫瘍誘発作用は認められず、また、腫瘍に対する促進効果も確認されなかった⁴⁶。

また、我が国の電気事業者においても、昭和62年から平成13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る⁴⁷。その一部については、EHC No.238 及び IARC モノグラフ 80 にも引用されている(資料8)。

4.2.4 電力設備に関連した電磁界の健康影響に関する情報提供活動の状況

経済産業省は、平成11年度から現在まで、委託事業として、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⁴⁸の専門家、消費者団体代表者等による電磁界情報提供委員会を設けて、電力設備に関連した電磁界の健康影響に関する情報提供活動を行っている。インターネットを介した情報提供、パンフレット作成・配布、シンポジウム・講演会を実施している(資料5)。

また、電気事業者においても、電磁界について、日々の取組みとして、求めに応じお客様宅の磁界測定サービス(無料)の実施、ホームページやパンフレットによる電磁界関連情報の提供、一般の人々からの電話等による照会に対する対応を行っている。また、電力設備新設及び変更の工事に際しては、地元の協力、理解を得るために、電磁界問題に限らず、コミュニケーション活動を実施している(資料8)。

⁴⁶ 経済産業省 原子力安全・保安院 委託事業 電力設備電磁環境影響調査生体影響調査 平成18年度報告書

⁴⁷ Yasui, M et al.: Carcinogenicity test of 50Hz sinusoidal magnetic fields in rats, *Bioelectromagnetics*, 18, 8, 531-540(1997)、Yomori, H et al.: Elliptically polarized magnetic fields do not alter immediate early response genes expression levels in human glioblastoma cells, *Bioelectromagnetics*, 23, 2, 89-96(2002)、Ikeda, K et al.: No effects of extremely low frequency magnetic fields found on cytotoxic activities and cytokine production of human peripheral blood mononuclear cells in vitro, *Bioelectromagnetics*, 24, 1, 21-31(2003) など

⁴⁸ 個人やグループ、機関間で情報や意見を交換する相互プロセス。リスクコミュニケーションには、例えば、リスクの性質についての様々なメッセージ、厳密に言えばリスクとは言えないもの、リスクメッセージ又はリスク管理の法的・制度上の整備に対する懸念、意見、反応などが含まれる(National Research Council(1989): *Improving risk communication*. Washington, DC: National Academy Press)。

4.2.5 我が国の電力設備に適用可能な磁界低減方策の検討結果

我が国の送電線については、国際的に見て厳しい電界規制が行われていること、また、非常に狭い国土を有効活用しなければならないという制約から、電気事業者は、これまで高鉄塔化、鉄塔コンパクト化、逆相配列化など磁界低減にも資する設備・技術の導入に取り組んできている。その結果、我が国の送電線から発生する磁界は、国際的にも十分に低いレベルとなっている(資料8)。

このように、我が国の送電線は、電界規制や周辺環境などのさまざまな制約により、結果的に磁界低減化を既の実施していると言える。しかしながら、WHO の提言にもあるとおり、低費用で、かつ他の因子、例えば、設備の信頼度や送電線上で作業する作業員の安全に影響を及ぼさないような更なる磁界低減方策があるのかどうかを検討することは必要である。このため、経済産業省では、平成 18 年度に委託調査事業として、電力設備にどのような磁界低減技術が適用できるか、また、それら技術を適用した場合のコストについて試算を行った(資料9)。

磁界を低減させるためには、原理的に、流れる電流を小さくする、磁界レベルの評価地点と送電線との距離をとる、送電線の配置を工夫して磁界の打ち消し効果を高める、磁界遮蔽材を設置することが考えられ、技術的には、表 6 に示すように、電流制限、高電圧化、高鉄塔化、ルート変更等の磁界低減技術が存在する。

表 6 磁界低減技術の分類

原理	低減技術	説明
流れる電流を小さくする技術	電流制限	送電線を通る電流をある値以下に制限する
	高電圧化	送電線の運転電圧を高くする
磁界レベルの評価地点と送電線との距離をとる技術	高鉄塔化	送電線の支持物の高さを高くする
	ルート変更	ある場所を避けて送電線の経過ルートを設定する。既設送電線の場合であれば、磁界を下げたい場所の近くを経過する送電線を移設する。
	第2次接近禁止範囲の拡大	建造物周辺での架空送電線の施設制限をより厳しくする
送電線を構成する各相導体の配置を工夫し、磁界の打ち消し効果を高める技術	鉄塔コンパクト化	電線を支持する間隔をできるだけ狭くする
	逆相化	2回線の三相交流送電線の場合、各相導体の配置を磁界打ち消し効果が最も高くなる配置にする
	三角配列化	各相導体の支持点位置が三角形の頂点に位置するような配置にする
	地中化	電線をケーブル化し、地下に埋設する
磁界遮へいを設置する技術	補償ループ設置	送電線の近傍に閉ループ状の導体を設置する

今回、WHO のファクトシートで示された新規設備の建設、設計の際の曝露低減のための低費用の方法を議論するため、非常に大ざっぱではあるが、上記の技術に係るコスト試算結果⁴⁹を基に、新規設備、既存設備への適用について評価した。

評価の結果、新設の場合は、「逆相化」、「高鉄塔化」、「ルート変更」、「鉄塔コンパクト化」の4つの技術が磁界低減のための低費用の対策として検討に値する技術と考えられる。また、既設の場合には、「逆相化」と「鉄塔コンパクト化」(特に、66,77kV,154kV 送電線については逆相化)が検討に値する技術と考えられる。ただし、既に、170kV 以上の超高圧送電線については、ほぼ全て(92%)について逆相化が適用されており、また、残り 8%についても、山中等人が多く集まる場所にはないことから、当該技術適用の余地は極めて限定的である。

また、これら技術を適用した場合の他の面に対する負の影響も認識されなければならない。第一番目は、設備の安全性・信頼性及び労働安全面への影響である。例えば、鉄塔のコンパクト化については、これまでも供給信頼度の確保を前提として合理的な設備設計に取り組んできており、更なるコンパクト化を行おうとすると、必要な絶縁距離が確保できず電気事故のリスクが増加し信頼度が低下することとなる。また、作業員の保守管理作業時の感電などの危険性が高くなる。第二番目には、作業のための停電等周辺企業、住民への影響が挙げられる。第三番目としては、作業の効率の低下による保守管理費用等、電力料金への影響が挙げられる。

⁴⁹ 経済産業省 原子力安全・保安院 委託事業 平成 18 年度 電力設備電磁環境影響調査報告書

5. 「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」での議論の経緯

5.1. 議論の対象範囲について

今回、本ワーキンググループは、電気事業法の規制対象とされている電力設備のうち送電、配電、変電設備から発生する周波数 50Hz、60Hz の一般環境における超低周波電磁界による健康影響に対する対応について議論を行った。

ただし、電界については、4.1.2 に述べたとおり、既に「電気事業法」及び、同法に基づく「電気設備に関する技術基準を定める省令」によって規制されていること、及び 3.1 に示したとおり WHO のファクトシートでは「一般の人々が普通に生活する上で、電界については健康上の問題はない。」とされていることから、本ワーキンググループでの議論は磁界のみに対象を絞ることとした。

本ワーキンググループは、2007 年 6 月 1 日に第 1 回を開催し、これまで計 6 回の審議を行った。また、WHO のファクトシート No.322 を受けて、超低周波磁界による人体への短期的及び長期的影響に対する対応について、市民団体等からの意見募集を実施し、これも踏まえて審議を行った(資料 10)。

5.2. 磁界の短期的影響について

「磁界の短期的影響については、WHO ファクトシート No.322 のガイダンスによれば、短期的な高レベルの磁界曝露に関連する健康影響が生物物理学的なメカニズムにより説明されていることから、国際的な曝露ガイドラインを採用すべき」との見解が示されている。

「被規制者となる電気事業者においても、規制導入の理由の明確化と磁界の測定・計算方法、評価条件(電流条件等)の明確化を前提に、ICNIRP ガイドラインに基づいた規制を導入することに賛成する」旨、電事連委員から表明があった。

中立委員からは、「我が国の電力設備について、一般の人々や子供達が長時間集まるところでは、イタリアの注意値、安心目標と同様の厳しい規制値を設けるべきではないか」、また、「我が国の電力設備から発生する磁界が低いという調査結果を踏まえ、現状に見合った厳しい規制値を設けるべきではないか」との意見があった。

専門家委員からは、「ICNIRP ガイドラインは合理的なものであり、同ガイドラインに沿った考え方で規制値を設けることに賛成」との意見があった。

市民団体等からの意見では、「電磁界に対する規制には賛成であるが、規制値は長期的な影響の観点から定めるべき、既設設備改修時の規制値と新設時の規制値とに分けて設定すべき」等の意見があった。

以上の議論を踏まえ、以下の論点について検討を行った。

- ・WHOのガイダンスを尊重し、ICNIRPガイドラインに基づく規制を導入することとしてよいか。
- ・電力設備の規制対象設備としては、送配電線及び変電設備とすることとしてよいか。

5.3. 磁界の長期的影響の可能性について

磁界の長期的影響の可能性については、WHOファクトシートNo.322のガイダンスによれば、「長期的影響に関しては、超低周波磁界への曝露と小児白血病との関連について証拠が弱いことから、曝露低減に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の推奨を行う。」との見解が示されている。

5.3.1 研究の推進について

WHOのガイダンスでは、「政府及び産業界は、超低周波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。」と提言されている。

専門家委員からは、「研究を推進することは必要であるが、疫学研究や動物実験では限界があるため、今後の研究テーマとしては、人特有の遺伝子の背景を究明するような研究や、小児白血病の原因解明のための研究が望ましい」とする意見があった。

中立委員からは、「今後小児白血病の疫学調査を行う場合には、広く全国的に調査を行うようにしてもらいたい」との意見があった。「研究テーマとしては、小児白血病の問題と同様に、電磁過敏症も挙げられる、また、一般の人々が様々な日常生活においてどの位の磁界曝露を受けているのかデータを蓄積する取組みが必要」との意見があった。

電事連委員からは、「推奨事項の優先順位からも、国民の不安への的確な対応という観点からも、研究を継続する必要性を認識しており、社会の納得性という観点から、国や公的機関が中心となる中立的な研究体制の構築を望む」との発言があった。また、「電気事業者としては、資金面、技術面、特に電磁界の測定やデータの提供などについて積極的に協力したい」との表明があった。

市民団体等からの意見では、「疫学調査や健康調査などを行うべき」等の意見があった。

以上の議論を踏まえ、以下の論点について検討を行った。

- ・電力設備からの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の研究テーマや研究体制についてどのように考えるか。

5.3.2 コミュニケーション・プログラムの構築について

WHOのガイダンスでは、「加盟各国には、情報を提示した上での意志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る。超低周波電磁界を発生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よい。」と推奨されている。

電事連委員からは、「4.2.4 第2パラグラフで述べたコミュニケーション活動を実施している」との説明があった。「特に磁界測定サービスなどの各種情報提供活動は非常に有効であり、電気事業者としては、これらの活動の継続、充実を行っていききたい」との表明があった。また、「電気事業者によるコミュニケーション活動だけでは社会の納得性という意味で不十分と考えるので、従来、国が行っている活動についても継続・充実を図ることを望む」との発言があった。

中立委員からは、「電力各社のホームページの内容には、例えば、電磁界に係る新しい情報が掲載されていないなど情報の提供内容に格差があり、また、全体的に低いレベルの磁界に長期間曝露されることによる健康影響についての情報提供が極めて少ないとして、現在の電気事業者の国民に対する情報提供は十分とは言えない」との意見があった。これに対し、電事連委員から、「指摘を踏まえて確実に改善する」との回答があった。

また、中立委員から、「申し出があれば測定に行くという受け身ではなく、各社で測定したデータ等電磁界に関する情報が第三者的な立場の機関にプールされ、国民が望む時にいつでも意味のある情報としてアクセスできる仕組みがあると社会的に安心感が増す」という意見があった。

専門委員からは、「我が国でも電磁界のリスクコミュニケーションを目的とした常設組織を構築し、電磁界の健康影響について受け手との双方向の情報のやりとりを行い、健康リスクの正しい理解を国民と共有する必要がある」との提案があった。また、「電磁過敏症等で体調を崩し苦しんでいる方に対する医学的対応に係る助言もリスクコミュニケーションの中でなされるべき」との意見があった。また、各委員から、「WHOのリスクコミュニケーション・ハンドブック⁵⁰の内容、特に電磁界のリスクコミュニケーションの留意点に賛同する」との意見があった(資料11)。

市民団体等からの意見では、「科学的・医学的根拠が曖昧なまま、リスクコミュニケーションの仕組みを導入しても調整・協議を促進させることは難しい」という意見、「住民の

⁵⁰ Establishing a Dialogue on Risks from Electromagnetic Fields(電磁界のリスクに関する対話の確立)。コミュニケーション・プログラムの管理者向けに、電磁界のリスクの認知、コミュニケーション、リスク管理に関する有益な情報が掲載されている。

要求を聞き、行政、業界、市民での協議の場を設けるべき、国等に相談窓口を設置すべき」等の意見があった。また、「国民が「Precautionary approach(念のための措置)の使用」の概念に沿った行動を個人レベルで行える程度の情報提供をすべき」、「新設時には住民に情報開示し合意を得るべき」、「送電施設等からの磁界の強さの公開を義務付けるべき」等の意見もあった。

以上の議論を踏まえ、以下の論点について検討を行った。

- ・電磁界に関する情報提供については、引き続き、行政や産業界等が、各々の役割に応じたコミュニケーションに努力することを提言することとしてよいか。
- ・電気事業者のコミュニケーション活動については、WHO のリスクコミュニケーション・ハンドブックの活用を含め、一層の努力を提言することとしてよいか。
- ・電磁界の健康影響に関する情報について、出し手と受け手の双方向のやりとりを深めるための方策についてどう考えるか。

5.3.3 低費用の設備対策について

低費用の設備対策については、WHO ファクトシート No.322 のガイダンスでは、「新たな設備を建設する、または新たな装置を設計する際には、曝露低減のための低費用の方法を探し求めてもよい。適切な曝露低減方策は、国ごとに異なるであろう。ただし、恣意的に低い曝露限度の採用に基づく政策は是認されない。」と推奨されている。

電事連委員からは、「我が国の送電線は国際的に厳しい電界規制や、非常に狭い国土を有効活用しなければならないという制約から、高鉄塔化、鉄塔コンパクト化、逆相配列化などに取り組んできたため、結果として磁界は十分に低いレベルにある」、「新設設備については、この効率性と安全性の両立による最適な設備形成をさらに継続していきたい」と説明があった。

また、電事連委員から、「超高圧送電線については逆相配列が標準化されているが、一部逆相配列化されていない送電線は山中等にあり、ルート全体を老朽化等のために建替える場合には、現在の標準に合わせて逆相配列化する」との説明があった。また、「超高圧以下の送電線に対する対応について、線下地の有効活用の観点から電界規制遵守に必要な高さよりもはるかに高い地上高を確保しており、磁界レベルは低減されている」との説明があった。

さらに、電事連委員から、「既設設備について何らかの改造等を行うことは、設備の安全性・信頼性や作業のための停電等周辺企業、住民への影響などの社会的便益上のデメリットがあり、WHO の見解に照らして妥当なのかという議論が必要であり、少なくとも現状では、既設設備にコストを掛けて対策を行うことは、便益の比較ということから、電力会

社としては考えていない」との発言があった。

中立委員からは、「幼稚園、保育所、小学校等多数の子供が定常的に集まる場所について何らかの手だてを講じるべき、また、強制措置というよりも、念のための措置として、新設設備、既設設備に対するコストのあまりかからない措置を求める」との意見があった。また、「地域住民と電気事業者がリスクコミュニケーションを行った結果、地域住民の資金負担により設備対策をする場合には、電気事業者もそれに応じるべき」との意見があった。更に、「変電所等の新設は、自治体も含めた当該地域社会の問題と捉えられる場合もあり、電気事業者と住民だけでなく、地方自治体も加わってリスクコミュニケーションを確立し、問題を解決していくことが必要」との発言があった。

専門家委員からは、「低費用の設備対策は安全の観点から念のために行うものではなく、リスクコミュニケーションの結果として採られるべきものである」との発言があった。

市民団体等からの意見では、「低費用の設備対策は既に実施されているというが、どこにどれだけ実施されているのか、コスト、採用方式、不採用としている理由などを公表すべき、送電線などを子供が長時間滞在する施設等から回避すべき」、「国、自治体が電磁界測定器の貸出制度を設けるべき」等の意見があった。また、その他の意見として、「電力設備については自ら曝露の選択ができないため、既設設備、新設設備を問わず対策を講じるべき」等の意見があった。

以上の議論を踏まえ、以下の論点について検討を行った。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・電気事業者が新設設備に対して実施している高鉄塔化、鉄塔コンパクト化、逆相配列化などを引き続き継続するよう提言することとしてよいか。・既設設備については、どのように考えるか。 |
|--|

6. 「電力設備電磁界対策ワーキンググループ」の結論

6.1. 磁界の健康リスクについて

WHO が EHC No.238 及びファクトシート No.322 で示した超低周波電磁界の健康リスク評価結果を検討した結果、本ワーキンググループとして、一般環境における超低周波電磁界の健康影響について以下のような共通認識に至った。

6.1.1 磁界による短期的な健康影響について

WHO が指摘するとおり、100 μ T より遙かに高いレベルの磁界に、人の神経や筋肉を刺激したり、中枢神経系の神経細胞の興奮性を変化させるような影響があることは明らかである。このことは、現在に至るまで、科学的証拠によって確立された現象として認められている。磁界が人体に及ぼす本質的な影響は、時間変動する外部磁界に曝露されることによって体内に誘導される電流又は電界に起因するものである。

EHC No.238 が述べているように、電気的な興奮性の組織への急性の影響に対する閾値は、特に中枢神経系において確認されている。ICNIRP のガイドラインでは、中枢神経系の急性変化が 100mA/m² という体内誘導電流密度を超えると生じるとして、これを閾値としている。IEEE 規格では、磁気閃光の知覚を含む感覚神経系への影響を考慮して、その閾値を 20Hz で組織内の電界が 53mV/m としている。これらの閾値に対して安全係数を考慮した上で、それぞれが曝露制限値を提案している。50Hz 及び 60Hz における制限値は、4.1.1 で述べたように、ICNIRP のガイドラインの方が低い値である。制限値が異なる理由は、健康への悪影響の閾値の扱いの違い、安全率の違い、周波数依存性の扱いの違いなどである。しかし、確立されている刺激作用を根拠にしている点で、これらの制限値は、共通の基礎理論に基づいている。

このように、EHC No.238 は、既存の曝露ガイドライン等に示されている短期的影響の科学的根拠を妥当なものと認めた上で、人体防護のためにこのようなガイドライン等を用いることを推奨している。本ワーキンググループでも、規制導入の可否についての議論においては、これら国際的な機関が定める制限値に基づく規制を前提とすることとした。

6.1.2 磁界による長期的な健康影響の可能性について

WHO は、磁界の長期曝露によってリスクが増加することを示唆する疾病として小児白血病を挙げている。ただし、その証拠の強さは、因果関係を確定できるほど強いものではないとしている。このことは、IARC の発がん性評価「2B」としても表現されており、これらの意味は、疫学研究で磁界曝露と小児白血病のリスク増加との関連を示す限定的証拠は存在するが、4.2.2 に示すような疫学研究の問題点や、実験的証拠が欠如していることを考

え合わせると、その関連が因果関係と見なせるとは言えないというものである。4.2.3 でも示したとおり、経済産業省等で実施してきた動物実験においても、超低周波数磁界の曝露による実験動物のがんの発生やがんの増殖に対する影響は見られていない。

今回の WHO の結論は、これまでに様々な国で行われてきた健康リスク評価活動、例えば、英国放射線防護局(NRPB)⁵¹、米国 RAPID 計画⁵²などの結論⁵³である「完全に影響がないとは断定できないが、現時点で因果関係を示す十分な証拠は認められない。」と何ら変わるものではない。

なお、市民団体等からの意見において、「0.4 μ T 以下となるような規制をすべき」との意見が多数あったが、0.4 μ T が磁界の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」、また、「小児白血病のデータに基づいて超低周波磁界への曝露が 0.4 μ T を下回るように低減させるための曝露制限値を導入することは社会全体の便益をもたらすことはありそうもない」と述べられている。⁵⁴

⁵¹ National Radiological Protection Board : 1970 年に制定された放射線防護法に基づいて設立された機関。英国における放射線（電離・非電離）防護に関する研究、調査活動、及び放射線防護に関して政府に対する勧告（法的な拘束力はない）の作成等を行っている。2005 年に健康保護庁（HPA）に統合された。

⁵² Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program: 米国環境健康科学研究所（NIEHS）が主管官庁となり 93 年から 6 年の歳月をかけ実施された電磁界調査及び情報普及計画。

⁵³ NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields(1999)

⁵⁴ EHC No.238 12.4.1 Threshold levels, 13.3.2 Risk in perspective、及び Kheifets L, Repacholi MH et al.: Developing Policy in the Face of Scientific Uncertainty: Interpreting 0.3 μ T or 0.4 μ T Cutpoints from EMF Epidemiologic Studies, Risk Analysis, 25(4):(2005)など

6.2. 政策提言

以上に述べたことを踏まえ、国及び電気事業者に対して、WHO のファクトシート No.322 に示された見解に従って、各々、今後、以下の事項に取り組むことを提言する。

6.2.1 高レベルの磁界への短期的な曝露によって生じる健康影響についての対応

100 μ T より遙かに高いレベルの磁界により、人の神経や筋肉が刺激されるメカニズムは解明されている。WHO も、このような影響から一般の人々を防護するために、国際的な曝露ガイドラインを採用することを提言している。したがって、原子力安全・保安院は、これら磁界の影響から一般の人々を防護するため、ICNIRP が 1998 年に定めた一般の人々への曝露ガイドラインの制限値(参考レベル)(100 μ T (50Hz)、83 μ T (60Hz))を基準値として採り入れる等必要な諸規定の整備、改正を行うべきである。

なお、WHO のファクトシートでは、このような国際的な曝露ガイドラインの例として IEEE 規格も挙げている。しかしながら、本ワーキンググループは、WHO がこれまで一貫して ICNIRP ガイドラインを採用するように各国政府へ提言してきた経緯を踏まえ、ICNIRP ガイドラインに基づく制限値を採用すべきと提案する。

現時点では、磁界の長期的な健康影響の可能性については不確かさが大きいため、因果関係があると言える程の証拠は見あたらない。したがって、このような影響を考慮した磁界規制には科学的合理性がなく不適切である。少なくとも、国際的な曝露ガイドラインに基づき対処することが、磁界の健康影響から人体を防護するために現時点で最良の施策である。

また、電力設備から発生する磁界レベルは、4.1.3 に示すとおり、電力設備の使用状況や測定する位置によってかなり変動する。したがって、規制手法の検討に当たっては、国は、磁界の測定・計算方法、評価条件(電流条件等)を決定し、電気事業者に対し、明確に示すべきである。特に、磁界の測定方法等については、各国が参加し検討を進めている IEC の国際規格を採り入れることが望ましい。しかしながら、国際規格の成立に時間がかかるようであれば、この成立を待つことなく、我が国独自に暫定的に測定方法等を定めることにより可能な限り速やかに対応すべきである。

6.2.2 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

磁界曝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。しかしながら、従来の動物・細胞実験による結果及び、4.2.2 で述べた磁界と小児白血病に関する疫学研究の問

題点から、超低周波磁界による小児白血病誘発への影響評価研究方法には改善すべき点があると考えられ、これからは従来とは異なるアプローチを試みる必要がある。

具体的な研究テーマについては、今後、工学、医学・生物学等各分野の有識者から広く意見を聞くことが必要と考える(資料 12)。磁界に関係する研究を適切に進めるためには、現在の各省縦割りで個々の事業者を規制する視点だけでは限界があり、関係各省が連携して電磁界問題全体を俯瞰しつつ必要な研究分野・テーマを見極めるなど、新たに研究に取り組む仕組みを構築することが必要と考える。

(2) リスクコミュニケーション活動の充実

マスメディアは、安心な情報よりも、危ないという情報(リスク)を強調して流す傾向があり、結果として、専門家や行政の認識とは異なるリスク情報が国民に届いてしまうとの意見がある⁵⁵。また、リスクの認知は、教育、文化、性別、年齢によって差があるという、人によるリスク認知の多様性についての考えも示されている⁵⁶。リスクに関する情報の提供に当たっては、電磁界曝露による健康影響については、専門家と国民一般の間で、また、国民の中でも性別、年齢等の違いにより、リスク認知度にギャップが存在していると推定される。そのため、利害関係者のリスク認知のギャップを埋める努力が非常に大切となる。

また、本ワーキンググループにおいて、一般の人々が家電製品からの電磁界や、送電線を始めとする電力設備からの電磁界にどれだけ曝露されているのか、また、その曝露量と健康影響との間にどのような量・反応関係があるのか、電磁界曝露の特性として蓄積するのか、その他の環境因子はこれに相乗して何か影響を及ぼすのか、電磁過敏症に対処するにはどうすればよいのか、など、不安を抱える人々に正確な情報提供を行う必要があることが指摘された。

電磁界に関する情報提供活動として、これまで経済産業省は、委託事業として、講演会・シンポジウム等による全国レベルでの情報提供を実施している。また、電力会社も各社それぞれにホームページやパンフレットを通じて情報提供活動を行っている。しかしながら、これらの機関による情報提供の方法が、前述の一般の人々のニーズに合致しているかどうかについては、ワーキンググループでも疑問が提起された。

電磁界の健康リスクに関する正確な情報が国民に届いていない現状を踏まえれば、このような状況を是正するため、電磁界の健康リスクを中心とする様々な情報を収集し、例え

⁵⁵ 「アルツハイマー病の誤解」(小島正美)リヨン社

⁵⁶ WHO ファクトシート No.184 1998年5月 電磁界と公衆衛生:「電磁界リスクへの一般市民の認知」及び Slovic P, Flynn JH, Layman M: Perceived Risk, Trust, and the Politics of Nuclear Waste. *Science*, Dec 13;254(5038):1603-1607 (1991)

ば、最新の知見や日常生活における曝露状況等の情報について双方向のやりとりをきめ細かく行い、不安や疑問を持つ人々との信頼感の構築を目指す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。

同センターに求められる機能としては、健康への影響は、単に電力設備に起因する電磁界に関する情報の提供だけではないことから、将来的には、単独の省ではなく、関係各省のコンセンサスを得て、協力して進められることが期待される。また、同センター機能は、例えば、磁界測定器の貸出や、国民一般への電磁界に関わる様々な科学的知識や最新の知見の提供、更には、学習の機会の提供へと活動領域を広げていくことが期待されるが、まずは、可能な範囲から段階を追って計画的に拡充していく方法が現実的と考える。

原子力安全・保安院においても、電気事業者によるコミュニケーション活動にとどまらず、社会における納得感を高める観点から、従来行っている講演会・シンポジウム等の情報提供活動について、上記センター機能と連携しつつ、その継続・充実に努めていくことが必要である。

電気事業者においても、上記センター機能とは別に、5.3.2 でなされた指摘を踏まえ、正確な情報を国民に提供するようより一層努力すべきである。また、電気事業者は、社会的に安心感を与える観点から、測定したデータ等電磁界に関する情報を上記センター機能に提供すべきである。なお、磁界の測定値は、測定する時間や発生源からの距離によって大きく変化するため、測定値をわかりやすく提示するための方法等については十分に検討しておく必要がある。

また、幼稚園、保育所、小学校等多数の子供が定常的に集まる場所、あるいは、その他にも電磁界の健康影響について強い不安を抱いている住民が住む地域では、リスクコミュニケーション活動が特に重要と考えられる。電気事業者は、5.3.3 でなされた指摘を真摯に受け止め、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、磁界低減に科学的な根拠は見出せないものの、近隣住民等の心情に配慮して、住民との合意形成に格別の努力を払うべきである。

なお、変電所等電力設備の新設は、電磁界の健康影響について不安を抱いている住民を含めた当該地域社会における問題と捉えられる場合もある。現時点ではリスクコミュニケーションとして必ずしも確立された方法はないが、このような場合には、WHO のファクトシート No.322 でも示されているように、電気事業者と住民だけでなく、地方自治体も加わって、費用負担の問題も含め、調整と協議が行われることが有効な場合もある。

(3) 曝露低減のための低費用の方策

電磁界健康リスク評価は定期的に行われているが、低レベルの磁界による長期的影響については、因果関係についての証拠が弱く、電力設備からの磁界を低減することが健康リスクを低減するという考えに科学的根拠があるとは言えない。

しかし、WHO のファクトシート No.322 にも示されているとおり、健康上の利益には直接つながらないかもしれないものの、磁界レベルの低減に対して何か配慮することは、電磁界の健康影響に不安を抱いている人々とのリスクコミュニケーションの一環として大いに意味のあることと考えられる。

4.2.5 で示したとおり、我が国においては、海外各国と比べて厳しい電界規制や、狭い国土を有効に活用しなければならないという状況に対処するため、海外では磁界低減方策として適用されている方策が設計段階で既に盛り込まれているのが実態である。この結果、日本の電力設備から発生する磁界レベルは既にかなり低くなっている⁵⁷。これ以上の磁界低減を図ることは、設備の安全性、電力の安定的供給や相当の費用等の問題があり、3.2.1 で述べた WHO の提言を踏まえると、合理的な対応とは言えない面がある。したがって、曝露低減のための低費用の方策としては、電気事業者が新たに設置する設備について既に実施してきている高鉄塔化、鉄塔コンパクト化、逆相配列化などの磁界低減に向けた努力を可能な範囲で引き続き継続することが望ましい。

既設設備については、WHO は磁界低減の検討を提言していない。また、仮に磁界低減を実施するとしても、設備の安全性・信頼性の低下、作業のための停電、相当の費用といった影響が出ることが予想される。したがって、因果関係が確定できないという前述の状況も合わせて考慮すると、既設設備に磁界低減対策を施すことまでは求められない。ただし、大規模な既設設備更新などの際には、新設設備と同様の配慮が行われるべきである。

また、6.1.2 で述べたような磁界に係る健康リスクの存在の曖昧さを考慮すれば、4.1.1 で述べた ICNIRP 等の科学的な根拠に基づく合理的なガイドライン値を無視して、恣意的に曝露制限値の設定を行うことは認められない。

なお、既設設備に対して原則新たに磁界低減対策を施さないということが、前述の新設設備に対する配慮と比較されて、既設設備の周辺に住む国民の不公平感につながるのではないよう、電気事業者はもとより、国、関係機関においても十分なコミュニケーションを図っていく必要がある。

⁵⁷ 4.1.3 電力線等から発生する磁界の強さ 参照。

7. おわりに

電磁波は、視覚的な認識ができないことから、これによる健康への影響について漠然とした不安が徐々に醸成されつつあるとの状況認識の下、新たに出されたWHOの報告書及びファクトシートに加えて、これまでに蓄積された利用し得る知見を収集、整理し、本ワーキンググループとして集中的に議論を行った。

健康影響についての科学的な知見を踏まえた対処もさることながら、本ワーキンググループとして痛感されたのは、国民のリスク認知をもたらず情報不足の改善が第一に重要であるという点である。この状況を改善するためには、健康リスクを含めた電磁波に関する正確な情報が恒常的に発信され、バランスのとれた健康リスク情報がきめ細かく国民に届く仕組みが必要となる。電磁波の健康影響に関する研究等を始めとする様々な情報は、国民一人一人にとっては容易に入手可能なものとは言えないことから、これらを整理し、国民の手元に届けるための努力を、電磁波問題に関わる関係各省、関係機関、事業者が連携して進めることが重要である。

なお、本ワーキンググループの議論において、多くの委員から、磁界対策は電力設備に対するものがその第一歩であって、今後、一般環境における他の磁界発生源についても適宜対応がとられることが望まれるとのコメントがあった。本報告書が他の分野における磁界対策の検討にも資することを期待する。

電力設備電磁界対策ワーキンググループ委員名簿

<主査>

横山 明彦 東京大学大学院工学系研究科教授

<委員>

大久保 千代次 明治薬科大学大学院薬学研究科教授

大山 力 横浜国立大学大学院工学研究院教授

吉川 肇子 慶應義塾大学商学部准教授

小島 正美 毎日新聞社生活家庭部編集委員

多氣 昌生 首都大学東京都市教養学部教授

能見 和司 電気事業連合会工務部長

飛田 恵理子 東京都地域婦人団体連盟生活環境部副部長

藤村 勝 元(独)国民生活センター理事

宮越 順二 弘前大学大学院保健学研究科教授

山口 直人 東京女子医科大学衛生学公衆衛生学第二講座教授

山内 喜明 弁護士

電力設備電磁界対策ワーキンググループにおける検討の経緯

第1回 平成19年6月1日

- ・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

- ・WHOファクトシートNo322と環境保健基準(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

- ・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

- ・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

- ・報告書(案)

第6回 12月20日

- ・報告書(案)