

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2011年4月発行

No.

14

Index

●

P2

関心を持ち続けること

●

P3

EMFトレンド情報 1

電力設備の磁界規制動向

●

P4～P5

EMFトレンド情報 2

新ICNIRPガイドライン(解説その2)

●

P6～P7

JEICレポート

電磁波セミナー活動記録～西日本編～

●

P8～P9

EMF関連情報 1

海外調査トピック(オーストラリアARPANSAの紹介)

●

P10～P11

EMF関連情報 2

電磁気今昔⑩(シューマン共鳴)

●



電磁界情報センター

関心を持ち続けること

情報調査グループ 塚田 竜也

このたびの東北地方太平洋沖地震でお亡くなりになられた方のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された皆さまとそのご家族に心よりお見舞い申し上げます。

被災地の一日も早い復興を心より祈願しております。

平成23年3月11日午後2時46分に発生した未曾有の大地震と、その後の大津波、福島第一原子力発電所の事故は、それまで持っていた価値観をも覆すような出来事でした。私は、電力設備からの磁界調査のため、ある電力会社を訪れていました。受付で入館したその瞬間、ゆっくりとした横揺れが始まり、その横揺れが長く激しくなり、建物に隣接した高圧線の鉄塔の電線や碍子（鉄塔と電線を結ぶ絶縁物）があわや接触するほど激しく揺れ、わずかな地響きが聞こえたのを覚えています。

この緊急事態に、職員の方々は、来訪者を安全な場所へ迅速に誘導され、安否確認や建物被災状況の確認と報告を冷静に実施されていました。停電と退避時間が長引くと、社員用の非常飲料水と非常食を配給していただきました。

そのような配慮もあり、地震に伴う不安感を抱かずに過ごすことが出来たことに感謝するとともに、職員の非常事態への対処には、よく訓練されているという印象を持った次第です。それ故、原子力発電のトラブルにも十分訓練されていると思っていました。しかし、今回の福島第一原子力発電所の現在の危機的な状況は、意外な方向に行ってしまったという印象があり残念な思いですが、1日も早い事態の収束を願うばかりです。

今回の大災害は、まさに『想定外』の規模であったため、搜索、事故対応、復興への取り組みには長期間を要することになると思います。そこで、被災していない私が忘れてはならないのは、被災地への

思い、早期復興の願いを持ち続けることだと思います。今は社会全体の関心もあり、義援金活動やボランティアによる支援、また節電への協力などができていますが、この状態をできるだけ長期間維持することが大切だと思います。つまり、関心を持ち続けることです。

関心を持ち続けること……。自分の今の仕事に置きかえてみた時、「電磁波に対する不安感、電磁過敏症ではないかと心配される人々がいることに自分は十分に関心を持っているだろうか？ 社会の関心があるだろうか？ ひょっとしたら、関心すら抱かれていないのでは？」とってしまう自分がいます。もちろん、一つ一つのお問い合わせの回答や確かな情報の調査・提供にベストを尽くしているつもりです。しかし、時々、自分は「電磁波の健康影響に関心を持っている人々の声やお問い合わせ、あるいは期待に十分応えているだろうか？」と自問自答を繰り返してしまいます。

ひょっとしたら、明確な結論（最終回答）はないのかもしれませんが、しかし、関心を持ち続けること、そして電磁波に関する疑問に応えようという気持ちを持ち続けることが、今一番大事なことなのではないかと感じています。

そのような思いで、今年度も電磁界情報センターの活動を展開していきたいと思いますので、よろしくお願い申し上げます。

以 上

経済産業省令

「電力設備の磁界規制動向」

情報調査グループマネージャー 世森 啓之

電力設備の磁界規制始まる

平成23年3月31日、経済産業省は、電力設備から発生する磁界のレベルに制限を設けることを決定しました。これにより、送電線などの電力設備から発生する磁界のレベルは $200\mu\text{T}$ （マイクロテスラ）に制限されることになります。この制限は、平成23年10月1日から施行されます。

電力設備（電気事業用工作物）は、電気事業法が定める経済産業省令（技術基準）に適合して設置される必要があり、今回の新たな磁界制限は、この技術基準の改正という形で設けられました。電力設備から発生する電磁界については、平成20年6月に公表された「電力設備電磁界対策ワーキンググループ（電磁界WG）報告書」で、「ICNIRP¹が1998年に定めた一般の人々へのばく露ガイドラインの制限値（参考レベル）（ $100\mu\text{T}$ （50Hz）、 $83\mu\text{T}$ （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。」という政策提言を示している。経済産業省では、この提言に基づいて技術基準の改正作業を進めていました。この時に根拠とされていたICNIRPガイドラインは、平成22年11月に改定版が公表され、50Hzおよび60Hzの磁界に対する制限推奨値が $200\mu\text{T}$ に変更になりました。経済産業省はこれを受け、平成22年

12月8日の総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 電力安全小委員会に「電磁界WG報告書の提言を尊重し、引き続き、ICNIRPのガイドラインを規制に採りこむ。その際には、最新の科学的知見を規制に反映する観点から、改定ガイドラインの制限値（参考レベル）（ $200\mu\text{T}$ ）を採り入れるよう、省令等改正作業を進める。」という方針を諮り、小委員会の同意を得て今回の改正となったものです。

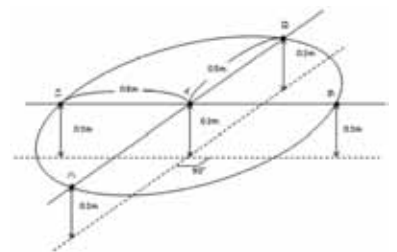


経済産業省令第15号

技術基準の解釈と測定方法

電力設備周辺の磁界は、電力設備を流れる電流の大きさや電力設備からの距離によって大きく変化します。このため、評価する方法を定めておく必要があります。このことは「電磁界WG報告書」でも指摘されていました。今回経済産業省は、「技術基準の解釈」もあわせて改正し、磁界測定方法を紹介しています。紹介されている測定方法をかいつまんで以下に示します。

- 磁界測定器は、JIS C 1910（2004）に適合する、3軸測定器を使用する。
- 磁界が空間的に均一と考えられる場合は、地上または床上1mの高さで測定する（1点測定）。
- 磁界が空間的に不均一と考えられる場合は、地上または床上0.5m、1m、および1.5mの3点で測定し、その平均値を測定値とする（3点測定）。
- 地下または床下に電力設備があって、その上方で人が横になる可能性がある場合には、地上または床上0.2mの高さにおいて、磁界が最大となる点を中心とする半径0.5mの円周上で4点測定し、中心とあわせた5点のうちの最大3点の平均値を測定値とする（5点測定）。
- 側方に電力設備がある場合、人が接近できる境界面（壁や機器表面など）から水平に0.2m離れた地点で上記の1点測定または3点測定を行う。



5点測定

国民からの要望と経産省の回答

今回の省令改正にあたって経済産業省は、国民からの意見募集も行いました。いくつかの意見が提出されていますが、その多くは、いくつかの国の事例などを参考に、磁界に長期間ばく露されることによる健康影響の可能性を考慮してさらに低いレベルでの磁界制限を求めるものです。これらの意見に対し、経済産業省は、WHOの文書などを引用し、「 $0.4\mu\text{T}$ といった低レベルの磁界への長期的ばく露によって生じる健康影響に関しては、その科学的証拠が不確かであり、恣意的に低いばく露限度の採用に基づく政策は是認されない等の見解が示されています。」などと回答しています。

改正省令や意見募集結果などは、以下のリンクから入手可能です。

<http://www.nisa.meti.go.jp/oshirase/2011/230331-5.html>（改正省令、技術基準の解釈）

<http://search.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSN=AME=PCMMSTDETAIL&id=620111012&Mode=2>（意見募集結果）

1 国際非電離放射線防護委員会（International Commission on Non-ionizing radiation Protection）。科学者からなる独立組織で、世界保健機関（WHO）と連携しながら、非電離放射線部門の健康リスク評価や防護指針策定に当たっています。

新 ICNIRP

「ガイドラインについて」
(解説 その2)

重光 司

1. はじめに

2010年11月にICNIRPから公表された新ガイドラインは、1Hzから100kHzまでの周波数の電磁界を扱っています。前号では、商用周波数、50Hz/60Hzに限定して、ICNIRPがどのようにして新たなばく露制限ガイドラインを策定したかを紹介しました。

さて、100kHz以上の高い周波数領域の電磁界を取り上げるには、その作用として加熱による熱的な影響を考慮する必要が生じてきます。100kHzから約10MHzまでの周波数領域では、ばく露条件によって、高周波の熱作用による影響と低周波の神経系への刺激作用の影響の両方からの防護を考える必要があります。新ガイドラインでは100kHz以下の電磁界を扱っていますが、ガイドラインの一部は10MHzまで範囲を広げ、この周波数領域での神経系への影響を扱っています。

本号では100kHz以下の領域で、かつ商用周波数以外の電磁界についてのばく露制限ガイドラインの扱いを紹介します。100kHz以下にはIH調理器から生じる周波数の磁界が含まれています。

2. 科学的根拠

繰り返しとなりますが、ガイドラインの策定にあたっての背景となる生物学的な知見は、神経行動、神経内分泌系、神経変性疾患、心臓血管系疾患、生殖と発達およびがんの電磁界ばく露との関係についての最新情報からなっています。その詳細は、国際がん研究機関（IARC）、ICNIRPならびに世界保健機関（WHO）から出された報告書で扱われています²²。一方、このような科学的なデータには、研究方法の違い、動物種・系統の違いなどによって不確かさが生じることが考えられ、そのような不確かさを補正するために低減係数が用いられていることがガイドラインで言及されています。また、ガイドラインの策定において、急性および慢性的な健康への影響を考慮していること、ならびに最近のドジメトリー²³の進展が配慮されています。

急性影響として、神経系に与える影響は長年にわたり

十分調べられ確立されたものであり、神経・筋組織への直接刺激、網膜において閃光現象が誘発されるなどの確立された健康影響がそれらに該当しています。これらにはすべて閾値があり、その閾値以下では神経系に与える影響が起きないために、ガイドラインでは、そのような閾値以下において基本制限を満たすことで対処されています。

慢性的な影響については、2002年にIARCが、低周波磁界はカテゴリー2B（「ヒトに対する発がん性があるかもしれない」と説明されるカテゴリー）に分類しました。これは、磁界ばく露と小児白血病の疫学研究の結果に基づいています。この結果により、ICNIRPは低周波磁界への長期慢性ばく露が小児白血病のリスク上昇と因果的に関連することは、ばく露ガイドラインの根拠としては弱いとしています。

3. ばく露制限に関するガイドライン

ガイドラインにおけるばく露制限は、健康への有害な影響を防護するために制定されるものであります。そのため、確立された健康影響と直接的に結び付けられる物理量に基づくばく露の制限値を基本制限とし、実用的なばく露評価のために、ばく露の参考レベルが設けられている基本制限と参考レベルからなる構造は1998年に出された旧ガイドラインと変化はありません。

3.1 基本制限

100kHzまでの基本制限を表1に示します。これは、中枢神経系や末梢神経系への刺激を考慮して検討が加えられています。神経系に対する刺激作用については、Reillyが詳細に検討しています²⁴。

22 前号の脚注番号 (9)、(10)、(11)に相当

23 ドジメトリー：英語表記では、Dosimetry；電磁界にばく露された人体や動物の体内に誘導された電界強度や誘導電流密度などを測定または計算によって求めることを意味します。

24 Reilly J: Applied Bioelectricity-from electrical stimulation to electrophathology-. New York, Springer-Verlag; 1998. Reilly J: Neuroelectric mechanisms applied to low frequency electric and magnetic field exposure guidelines-part I: sinusoidal waveforms. Health Phys 83:341~355; 2002.

表1: 時間変動する電界及び磁界への人体ばく露に対する基本制限

ばく露特性	周波数範囲	体内電界 (V/m)
職業ばく露 頭部のCNS組織	1Hz~10Hz	0.5/f
	10Hz~25Hz	0.05
	25Hz~400Hz	$2 \times 10^{-4}f$
	400Hz~3kHz	0.8
	3kHz~10MHz	$2.7 \times 10^{-4}f$
頭部と体部の全組織	1Hz~3kHz	0.8
	3kHz~10MHz	$2.7 \times 10^{-4}f$
公衆ばく露 頭部のCNS組織	1Hz~10Hz	0.1/f
	10Hz~25Hz	0.01
	25Hz~1000Hz	$4 \times 10^{-4}f$
	1000Hz~3kHz	0.4
	3kHz~10MHz	$1.35 \times 10^{-4}f$
頭部と体部の全組織	1Hz~3kHz	0.4
	3kHz~10MHz	$1.35 \times 10^{-4}f$

注: fは周波数 (Hz)、値は全て実効値 (rms)、100kHzより高い周波数範囲では、RFに特異的な基本制限を追加、考慮する必要があります。

3.2 参考レベル

職業ばく露の参考レベルを表2-1に、公衆ばく露を表2-2に示します。特に、IH調理器に使われている100kHzまでの中間周波数帯では磁界の参考レベルは27μTとなり、従来の公衆ばく露に対する参考レベルより緩和されていますが、電界の参考レベルは83V/mとなり、従来の参考レベルと比べてきびしい値となっています。

表2-1: 時間変動する電界および磁界への職業ばく露に対する参考レベル (無擾乱、実効値)

職業ばく露 周波数範囲	電界強度 E (kV/m)	磁界強度 H (A/m)	磁束密度 B (T)
1Hz~8Hz	20	$1.62 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8Hz~25Hz	20	$2 \times 10^3/f$	$2.5 \times 10^{-3}/f$
25Hz~300Hz	$5 \times 10^2/f$	8×10^2	1×10^{-3}
300Hz~3kHz	$5 \times 10^2/f$	$2.4 \times 10^3/f$	$0.3/f$
3kHz~10MHz	1.7×10^1	80	1×10^{-4}

注: fは周波数 (Hz)、非正弦波や複数周波数によるばく露に関する助言は別節を参照。高電界中での間接的影響の防護については「防護対策」を参照。100kHz以上の高い周波数範囲では、RFに特異的な参考レベルを追加、考慮する必要があります。

表2-2: 時間変動する電界および磁界への公衆ばく露に対する参考レベル (無擾乱、実効値)

公衆ばく露 周波数範囲	電界強度 E (kV/m)	磁界強度 H (A/m)	磁束密度 B (T)
1Hz~8Hz	5	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^{-5}/f^2$
8Hz~25Hz	5	$4 \times 10^3/f$	$5 \times 10^{-3}/f$
25Hz~50Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50Hz~400Hz	$2.5 \times 10^2/f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400Hz~3kHz	$2.5 \times 10^2/f$	$6.4 \times 10^3/f$	$8 \times 10^{-5}/f$
3kHz~10MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

注: fは周波数 (Hz)、非正弦波や複数周波数によるばく露に関する助言は別節を参照。高電界中での間接的影響の防護については「防護対策」を参照。100kHz以上の高い周波数範囲では、RFに特異的な参考レベルを追加、考慮する必要があります。

3.3 接触電流の参考レベル

接触電流²⁵については、10MHzまでの参考レベルが示されているのみです。表3にその内容を示します。参

考レベルは知覚の防止ではなく痛みのある電撃を回避することを意図し、接触電流による知覚はそれ自体障害はありませんが、不快感として考慮されています。接触電流の子供における閾値は、成人男性における閾値の約1/2であることから、公衆ばく露に対する接触電流の参考レベルは低減係数を2として、職業ばく露に対する値より低く設定されています。

表3: 導体からの時間変化する接触電流の参考レベル

ばく露特性	周波数範囲	最大接触電流 (mA)
職業ばく露	2.5kHzまで	1.0
	2.5kHz~100kHz	0.4f
	100kHz~10MHz	40
公衆ばく露	2.5kHzまで	0.5
	2.5kHz~100kHz	0.2f
	100kHz~10MHz	20

注: 周波数はkHzで示されます。

4. まとめ

前号および本号でICNIRPが新たに策定したガイドラインについて、その内容を簡単に紹介しました。新ガイドラインで扱っているのは、1Hzから100kHzまでの周波数領域の電磁界についてのばく露制限です。ガイドラインでは、ある周波数での電界と磁界への同時ばく露、10MHzまでの周波数で異なる複数の周波数の電界と磁界に同時ばく露された場合の扱いが記載されています。加えて、100kHz以下の高調波成分 (非正弦波) を含んだ電界と磁界へのばく露の扱いが「付録」に記載されています。

2009年、ICNIRPは100kHzから300GHzまでの高周波電磁界について、新しい研究結果に基づく科学論文レビューを行っています²⁶。現在、IARCが高周波電磁界の発がん性評価を、またWHOが高周波電磁界の健康影響評価を進めています。これらの活動で得られた総合的な健康リスク評価結果を踏まえて、ICNIRPが100kHz~300GHzの高周波電磁界についてのばく露制限ガイドラインの見直しを進めていく予定となっています。今回公表された100kHzまでのばく露制限ガイドラインと2012年度には公表されるであろう高周波電磁界ガイドライン、この2通りのガイドライン、また既に公表されている直流電磁界ばく露制限ガイドライン²⁷により300GHzまでの周波数を網羅した電磁界ばく露制限ガイドラインが策定されることになります。

25 接触電流: 電極との接触や電流の発生源を通して生体に流入する電流のこと。

26 ICNIRP (2009): Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100kHz~300GHz). P Vecchia, R Matthes, G Ziegelberger, J.Lin, R.Saunders and A Swerdlow (eds) ICNIRP; ISBN 978-3-934994-10-2

27 前号の脚注番号 (7)

電磁波セミナー開催（西日本編）

情報提供グループ 足立 浩一

電磁界情報センターでは、電磁波（電磁界）に不安や疑問を持つ方を対象に電磁界の健康影響について少しでも理解を深めてもらうことを目的として、電磁波セミナーを開催しています。

平成22年度は、全国各地16箇所で開催した17回の電磁波セミナーの様子を、上期のセミナーの様子はJEIC NEWS No.11で報告しましたので、今回は下期（10月～3月）に西日本で開催した8箇所のセミナーの様子について報告します。



開催日と開催地

平成22年		平成23年	
10月5日	大阪	1月27日	沖縄
10月6日	和歌山	2月18日	福岡
12月14日	名古屋	3月3日	下関
12月17日	松山	3月16日	鹿児島

セミナー会場の様子

開催した8会場のうち5会場において50名を超える方々にご参加いただき、当日は皆さまからたくさんのご質問やご意見をいただきました。

質問の内容は、送電線などの電力設備、IH調理器、電子レンジ、パソコンなどの電化製品、携帯電話や携帯電話基地局などの身の周りのものから発生する電磁波の健康影響に関するものが多く、また、電磁波を低減する方法、電磁過敏症、心臓ペースメーカーへの電磁波の影響に関する質問等も寄せられました。

これらの質疑応答の記録や講演資料は、電磁界情報センターホームページ＝フォーラム・セミナー等の記録 (<http://www.jeic-emf.jp/meeting/record.html>) に掲載していますので、ご興味のある方はぜひご覧下さい。

アンケート結果の紹介

セミナーにご参加いただいた皆さまには、セミナー実施の前後にアンケートをご記入いただいております。平成22年度17回の開催で、延べ1,007名の参加者にご協力いただきました。以下に、アンケート結果を一部ご紹介します。

「あなたは、今回ご参加いただいて全体として満足いただけましたか」の設問に対し、79.3%の参加者から「非常に満足」または「満足」というご回答をいただきましたが、逆に15.6%の参加者は「満足でない」または「全く満足でない」というご回答でした（図1）。

この結果につきましては、セミナーの運営方法の

改善や参加者の皆さまとのコミュニケーションをより充実させ、今年度のセミナーでは参加者全員にご満足いただけるよう、より一層努力して参ります。

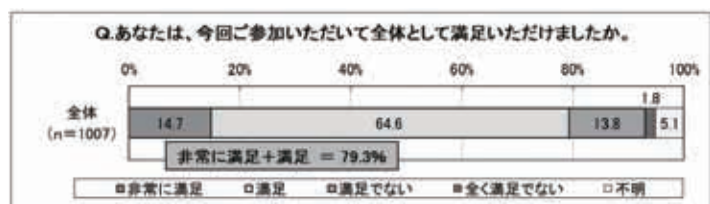


図1 全体満足度

プログラム

1. 開会挨拶・事務連絡
2. 身の周りの電磁波（電磁界）について
3. 電磁波（電磁界）の健康影響について
4. 休憩
5. 質疑応答（事前質問に対する応答を含む）
6. 閉会
7. 個別相談



10/6 和歌山セミナーにて



12/17 松山セミナーにて



1/27 沖縄セミナーにて



3/16 鹿児島セミナーにて

電磁波セミナーの今後の開催予定

電磁界情報センターでは、今年度も引き続き電磁波セミナーを実施します。開催のご案内は、電磁界情報センターホームページ＝フォーラム・セミナー等の開催案内 (URL: <http://www.jeic-emf.jp/meeting/index.html>) に順次掲載していますので、詳細はそちらをご覧ください。

開催地	開催日時	会場
豊 橋	平成23年4月21日	豊橋市民センター大会議室
高 知	平成23年5月12日	高知市文化プラザかるぽーと大会議室
福 井	平成23年5月31日	福井市地域交流プラザ (AOSSA) 研修室
大 津	平成23年6月10日	大津市ふれあいプラザ大会議室

(以下、順次計画中)

オーストラリア放射線防護・ 原子力安全庁の活動紹介

情報提供グループマネージャー 倉成 祐幸

電磁界情報センターでは、日頃、電磁界の最新情報やコミュニケーション事例の収集を行なっていますが、国内外の専門機関の活動にも注目しています。その中から今回、新たな電磁界ばく露基準の策定を鋭意進めており、また、政府機関としては珍しく磁界測定器貸出しサービスを行っている「オーストラリア放射線防護・原子力安全庁 (ARPANSA)」の活動を紹介します。

(1) オーストラリア放射線防護・ 原子力安全庁 (ARPANSA) とは

オーストラリア放射線防護・原子力安全庁 (ARPANSA) は、放射線の有害な影響から人々を保護する目的で、厚生大臣のもとにおかれた政府機関です。放射線利用に関する許認可、放射線の健康影響に関する専門知識の蓄積、放射線防護や安全に関する情報提供、防護ガイドラインの作成などを行っています。

ARPANSAには5つの部署がありますが、電磁界を扱うのは非電離放射線部電磁放射線グループです。このグループには、物理学、放射線工学など5人の専門職員が所属し日々業務に励んでいます。

(2) 電磁放射線グループの活動

電磁放射線グループでは、電磁界不安などに関する問い合わせに対応しており、その件数は年間約400件とのこと。その2/3は送電線や変電所などから発生する低周波電磁界で、残り1/3が携帯電話などの高周波に関するものです。

また、最近の重要業務の一つに、1989年に作成された低周波電磁界ばく露限度ガイドライン（暫定）を見直し、新たなばく露基準を策定する業務があります。2002年に着手し現在は最終段階に入っています。

さらに、ARPANSAの注目すべき活動は、磁界測定器貸出しサービスです。電磁界情報センターのこ

れまで調査では、各国政府機関において、こうしたサービスを行っているのは、ARPANSAのみです。有料のサービスですが、年間200件程度の申し出があるそうです。

(3) 新たな低周波電磁界ばく露基準 策定の動向詳細

英国での電磁界リスクに関する報告書（2002年）、スウェーデン他各国疫学調査結果、国際がん研究機関 (IARC) の発がん性評価など、電磁界リスク評価に関する新たな科学的知見を背景に、ARPANSAは2002年12月、1989年に作成された電磁界ばく露制限ガイドライン (Interim guidelines on limits of exposure to 50/60Hz electric and magnetic fields) の見直し作業に着手しました。電磁放射線グループ責任者のLindsay Martin氏によれば、さまざまな周波数を使う技術が世の中に出てきているにも関わらず、1989年の暫定ガイドラインは、50Hzと60Hzだけしかばく露限度を定めていないという欠点があり、それも今回の見直しの動機の一因になっているそうです。

新たなばく露基準の検討は、ARPANSA職員の他、生物学や疫学専門家、医師、労働安全衛生の専門家、電気事業者などで構成されるワーキンググループを設置して行っています。また、ワーキンググループの作成する案に、広い視点から意見を取り入れるため、国民代表、電磁界に懸念を持つ人、事業者代表など16名で構成される協議グループ (Consultative Group) も組織しています。

これまでの検討では、より科学的合理性の高い限度値を定めるとともに、不明確な健康影響については、プレコーション的な考え方で対応する方向が示されています。具体的には、300 μ T (50Hz・一般公衆の場合)の磁界限度を定める一方、小児白血病など長期ばく露による影響の可能性に対しては、「ばく露低減の可能性を検討し、経済的に許す範囲で実行する」という内容が提案されています。

今後、さらに検討が行われる予定です。

(4) 磁界測定器貸出しサービスの詳細

社会の電磁界の健康不安の高まりを受けて ARPANSAは、10年程前に超低周波磁界の測定器貸出しサービスを開始しました。Lindsay氏は、このサービスの意義について、自宅や新築住宅周辺の磁界を測定することで、電磁界レベルの実態を理解し、自分の選択すべき行動の判断に役立つことと考えています。現在、10台の測定器を保有し、年間200件程度の貸出しを行っているそうです。

貸出し希望者は、電話またはメールなどで ARPANSAに事前に申し出た上で、申し込み用紙を郵送すると、測定器が速達郵便で自宅に届けられます。貸出し期間は2日間で、3日目には速達郵便で返却するルールになっています。料金は1回30オーストラリアドル(約2700円)で、その他郵送費用8ドル(往復の場合は16ドル)が加算されます。

Lindsay氏は、測定値はスポット(瞬時の)値で、長期の曝露レベルを正しく表現していないことや、測定に適しているのは50Hzで、携帯電話などの電磁波は正しく測定できないことなど、測定器の特性



電磁放射線グループ責任者のLindsay Martin氏

を十分理解した上で使用してもらわないと、電磁界の間違った認識につながる恐れもあると留意点を述べています。しかしながら総じて、測定器貸出しサービスは、これまで電磁界の正しい理解に大きな役割を果たしてきており、今後ともこのサービスは継続していきたいと考えています。

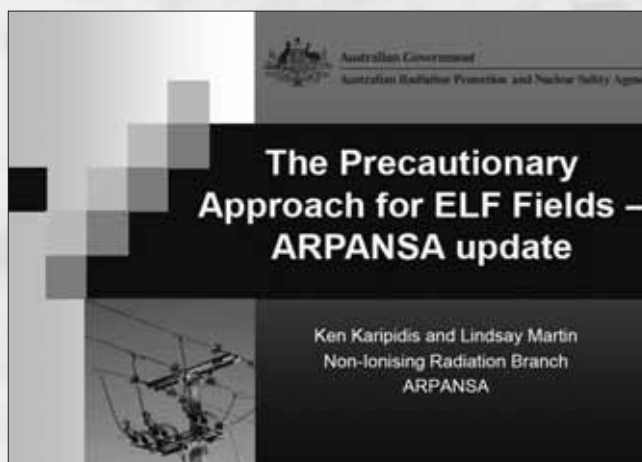
(5) 所感

低周波電磁界に関する新たなばく露基準の公表が待たれます。特に、長期影響の可能性への対応について、さまざまな利害関係者の意見を ARPANSAがどのように調整し結論を導き出していくのかが注目されます。

磁界測定に関するお問い合わせは、電磁界情報センターにも多く寄せられています。ARPANSAが行っている測定器貸出しサービスも参考にし、電磁界の正しい理解とより良いコミュニケーションが行えるサービスについて、電磁界情報センターでも検討していきたいと考えています。



低周波電磁界測定器貸出しに関するARPANSAのホームページ



2010年11月メルボルンで開催されたエネルギーネットワーク協会主催の科学ワークショップでのARPANSAプレゼン資料表紙
<http://www.ena.asn.au/udocs/2010/12/ThePrecautionaryApproachForELFfields-ARPANSA.pdf>

電磁気今昔⑪

ーシューマン共鳴ー

「シューマン共鳴」は、1952年にミュンヘン工科大学のシューマン教授が、大気中での雷放電による低周波帯の共鳴現象を理論的に予測し、弟子のケーニツヒ教授が実験的に明らかにしてきた電離層を舞台にした現象です。ケーニツヒ教授が行った実験には、後に生体電磁気の研究で有名になる米国・ロードアイランド大学ポルク教授が共同研究者として参加しています。

雷に由来する電磁波

シューマン教授 (Winfried Otto Schumann :1888~1974) はドイツのチュービンゲンで生まれました。若い時には、ドイツ・カッセルやウイーン近くのベルンスドルフやチェコ・プラハ近くのカーリン(ドイツ名: カロリネンタール) で過ごし、1920年に、シュツツガルトにある工科大学で教授の資格を得ています。その後、ウイーン大学の物理学教授となり、1924年にミュンヘン工科大学の新設の電気物理研究室(その後、電気物理研究所に発展)に移りました。1961年に退官するまで、同研究室の教授として研究に励みました。シューマン教授は、高周波技術・プラズマ物理に興味を持ち、電離層の挙動、プラズマ実験を進め、波の伝播、稲妻によって誘導される電磁波問題を扱い、シューマン共鳴と呼ばれる一連の研究を発表していき

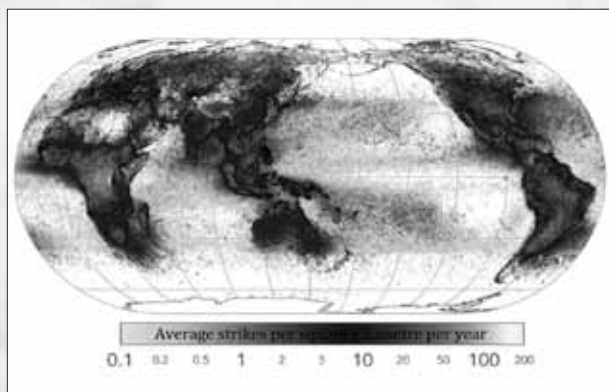
ました。

この研究は、地球表面と電離層を球殻状の空洞と考え、雷放電で生じる電磁共鳴を理論的に明らかにしたもので、地球の表面と電離層の間で極超長波が伝播する現象です。今日では、理論的に予測したシューマン教授の名前にちなん



Schumann教授(1)

で、シューマン共鳴と呼ばれています。岩波の理化学辞典によれば、シューマン共鳴は「地表と電離層との間の空間が導波管のはたらきをし、雷放電などで励起されて共振振動を生ずる現象。固有振動の基本周波数は約8Hzである。」とあります。シューマン共鳴の主な発生源は自然の雷放電現象です。下の図は1年間1平方km当たりの地球上への落雷分布の様子を濃淡であらわしており、熱帯地域を中心に絶えず雷が発生していることが分かります。



落雷分布(1995~2003年)(NASA)(Wikipediaより)

雷放電は数Hzから数100MHzの幅の広い周波数帯域の電磁波を発生しますが、周波数の低い成分は伝播に伴う減衰が少ないので、地球の周囲を何回も駆け回ります。このため、低周波の電磁波は地球の表面と電離層の下面とで作る球殻状の空洞の中で共振し、定常波が発生します。その共振の基本周波数は、おおまかに、電磁波の伝播速度 $3 \times 10^8 \text{ km/s}$ を、地球の周囲の長さ $4 \times 10^4 \text{ km}$ で割った7.5Hz付近にあります。厳密には、電離層の境界面の電気伝

導度が有限であること、球殻状の空洞という特殊な形状を持っていることにより、基本周波数は7.8Hzとなります。高次の共振周波数は、シューマン教授により以下の式であらわされました。

$$f_n = 7.8 \sqrt{\frac{n(n+1)}{2}} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

基本となる周波数は7.8Hzであり、高調波として13.5、19.1、24.7、30.2、35.7、41.3Hzが定在波となりますが、これらの低周波領域の定在波による共振現象がシューマン共鳴として知られています。また、ポルク教授 (Charles Polk: 1920?~2000) らの観測結果からは、比較的高い周波数の定在波は減衰するということがわかっています。

後継者の研究

1924年、ドイツの精神科医ハンス・ベルガー (Hans Berger: 1873~1941) が、初めてヒトの脳の電気的な活動を記録し、Electroencepharogram (EEG: 脳波) と名付けました。ベルガーは、 α 波の発見者でもあります。ヒトの脳波は、眠くなった時、興奮した時など活動の状態によって大きく変化します。その変化をあらわす様子の脳波は、 α 、 β 、 θ 、 δ 波などと呼ばれます。健康な成人が眼を閉じて安静にしていると、平均の振幅が10~30 μ V程度の電圧で8~13Hzの周波数の脳波が測定されます。これは α 波と呼ばれます。眠くなっていくと α 波は減少し、周波数は4~8Hzで電圧の低い θ 波 (徐波) があらわれます。また、神経の活動時や、感覚的な刺激を受けている時には、 β 波と呼ばれる14~25Hzの周波数帯の波があらわれます。このような脳波波形は、シューマン共鳴による波、局地的な電界変動波形と非常に類似していることが、ケーニッヒ教授 (Herbert L. König: 1925~1996) らによって明らかにされてきました。このような類似性から、生物発現の太古から自然界に存在し、昼夜を分かたずに地球上を駆け巡っている雷に由来する低周波電磁界がヒトの脳波の形成に大きな影響を与えたのではないかと考えるのも自然なことと思われます。

シューマン教授は、雷放電が生物に与える影響に興味を持っていたとのことですが、実際には教え子のケーニッヒ教授が引き継ぎ、生物に与える影響に関する研究を進めていきました。ケーニッヒ教授の

研究グループは、酵母、バクテリアから動植物、ヒトに至るまで数多くの実験を報告しています。理論的な予測として、シューマン共鳴では7.8Hzが基本周波数になりますが、シューマン共鳴で観察される周波数帯を含んだ実験報告では、代表的な周波数として10Hzが取り上げられ、ケーニッヒ教授らは、気象変化に対してヒトは感受性を持っており、自然界にある周波数の電磁現象との関連性を述べています。また、10Hzの正弦波電界をヒトに加えると、概日周期や反応時間が変化することなども報告されています。シューマン共鳴に見られるような低周波帯の電磁環境に、ヒトは進化の過程で適応してきたのではないかと想像され、ケーニッヒ教授等が実験研究を進めていきました。

シューマン教授がシューマン共鳴を理論的に予測した1950年代から1960年代にかけては、学術的な興味からシューマン共鳴、落雷に伴う局所的な電界変動の地球規模での観察などの多くの研究がなされました。その後、1959年以降、米国では、米国海軍の潜水艦同士の通信に低周波の電磁界を利用することができないかとの研究が、サングイン (Sanguine) プロジェクト (その後、Seafarer) の名の下で行われました。このプロジェクトには低周波電磁界の生態系や生物への影響を明らかにする研究が含まれていました。



アメリカ・アリゾナ州リゾートでの落雷の様子 (絵葉書より)

参考

- (1) Schlegel K and Füllekrug M: 50 Jahre Schumann Resonance: Weltweite Ortung von Blitzen: Physiks in unserer Zeit 33(6): pp.256~261; 2002.
- (2) 岩波書店: 岩波 理化学辞典 第5版 (1998)

電磁界情報センター賛助会入会のご案内

当センターは、センターの活動にご理解をいただける皆さまの賛助会費によって支えられています。
賛助会員には3つの種別があります。

- | | |
|-------------------|---------------|
| ● 法人特別賛助会員 (1号会員) | 年会費 100万円 / 口 |
| ● 法人賛助会員 (2号会員) | 年会費 1万円 / 口 |
| ● 個人賛助会員 (3号会員) | 年会費 3千円 / 口 |

入会をご希望される方は、センターホームページへアクセス、または電話 / FAXにてお問い合わせ下さい。

電磁界情報センターホームページURL <http://www.jeic-emf.jp/>

TEL : 03-5444-2631 / FAX : 03-5444-2632

（「JEIC NEWS」に対してご意見・感想をお寄せ下さい）

「JEIC NEWS」は、センターの活動報告、国内外の最新情報、電磁界（電磁波）に関する豆知識などの記事を2カ月に1回（隔月）で発行しています。読者の皆さまからの本誌に対するご意見・感想をお寄せ下さい。記事としての掲載など誌面づくりに活用させていただきます。

例

- 海外の専門家の記事を紹介してほしい。
- 電磁界（電磁波）に関する技術解説記事が読みたい。
- 電磁界情報センターのフォーラム・セミナーに参加して良かった。（もっと改善してほしい）
- 電磁界（電磁波）の説明や表現をもう少し分かりやすくしてほしい etc.

※掲載にあたり、読みやすさの観点から表現を変更・修正させていただくことがあります。

※個人への誹謗・中傷にあたる表現は削除させていただきます。

ご投稿は、下記に掲載の連絡先（電話、FAX、E-mailのいずれか）までお願いします。
皆さまの声をお待ちしています。

編集後記

このたびの東北地方太平洋沖地震で被災された皆さまに、心よりお見舞い申し上げます。

電磁界情報センター職員一同

JEIC NEWS No.14 2011(平成23)年4月28日発行

編集 電磁界情報センター 情報提供グループ

発行人 電磁界情報センター所長 大久保千代次

住所 〒105-0014 東京都港区芝2-9-11 3F

連絡先 TEL: 03-5444-2631 FAX: 03-5444-2632 E-mail: jeic@jeic-emf.jp

URL <http://www.jeic-emf.jp/>