

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2020年4月発行

No.

57

Index

●

P2

巻頭言

令和における情報提供のあり方

●

P3～7

EMFトレンド情報

5G (第5世代の携帯電話) について

●

P8～9

JEICレポート

2019年度 活動実績報告

●

P10～11

コラム

リヒテンベルクと磁場感知



電磁界情報センター

令和における情報提供のあり方

管理・受託グループマネージャー 小野寺 俊幸

昨年は元号が平成に代わり令和となり、新しい時代の幕開けを感じさせる年でした。

電磁界情報センターは、平成20年の設立から、「中立な立場から、電磁界に関する科学的な情報をわかりやすく提供する」という理念を念頭に、効果的な情報提供のあり方を模索しながら、これまでに様々な情報提供活動を実施してきました。

ホームページにおける情報発信、電話等での問い合わせ対応、パンフレットの発行、磁界測定器の貸出や、2年前迄は当センター主催による独自セミナーを各地(毎年数回)で開催していましたが、準備期間や開催頻度から一般の方への効果的な情報宣伝が困難であり、1回当たりの参加人数が限られることから、費用対効果を考慮し、最近では、多数の方が参加する学校保健・衛生関係関連学会等における専門職を対象としたランチョンセミナー、低費用な出前講座(準備は依頼側)への講師派遣といった活動に切り替わってきています。

その一方で、継続的に全国規模で開催する講演会に携わっている情報提供活動があります。ホームページやJEIC NEWSでもこれまでに度々お知らせをしてきておりますが、「経済産業省 電磁界の健康影響に関する講演会」であり、その講演会について触れたいと思います。本講演会の目的(抜粋)は、「広く国民に提供し、電磁界の健康影響に対する国と国民との間のリスク認識のギャップを埋め、国民の漠然とした不安感を低減させること」とされており、当センターが対象層を特化する形で開催しているのに対し、経産省の講演会は、対象層を区分なく広く一般の方への情報提供の場として開催されています。

当センターは、経産省の電力安全小委員会に設置されたワーキンググループからの、「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」との政策提言を受けて設立された組織ですが、経産省主催の講演

会に携わっていることは、設立経緯からしても、一定の役割を果たしてきているのではないかと思います。

経産省による電磁界に関わる事業は平成11年から実施されてきていますが、国内で磁界規制導入後の平成24年から令和元年度までの8年間の講演開催(都道府)県は30県、参加者は約3600名(開催年により講演会数、募集規模は異なります)と広く開催されるとともに多くの方に参加いただいています。

本講演会では、経産省所掌の電力設備からの電磁界の情報(開催都市における電力設備からの磁界測定結果も説明)や、一般の方から関心の高い身のまわりの発生源としてIH調理器や携帯電話等からの影響についても講演を行っています。また、会場で行う磁界測定デモンストレーションでは、当センターが無料で貸し出している磁界測定器により、電球やドライバーからの磁界を測定し説明をしていますが、参加者からの関心も高く、直接相談出来て良かった、実際の値を知って安心したとの声が聞かれる等とても好評です。参加者からは申し込み時および講演会当日に質問を受け付け、当日に回答するようにしていますが、鉄道、電気自動車、電磁過敏症、5Gからの影響等、様々な質問が寄せられます。本講演会に携わり感じることは、日常生活の電磁波に対して疑問、不安を感じておられる一般の方が全国規模にいること、そうした方への情報発信、情報提供ツールとして、より効果的な方法を模索していく必要があるのではないかとということです。

では、令和における当センターの情報提供はどうあるべきなのか?国内外のあらゆる電磁界に関する情報の収集、整理・評価、それら正しい情報に基づいた情報提供を行っていくことはこれまで通り基本としつつ、当センターの理念に立ち返り、皆さまからの賛助会費の効果的活用を考慮しながら、より多くの方へ情報が届く方法を職員で知恵を出し合いながら取り組んでいきたいと考えておりますので、当センターの活動へのご理解・ご支援の程よろしくお願い申し上げます。

5G（第5世代の携帯電話）

について

電磁界情報センター 所長 大久保 千代次

ほとんどの読者は、携帯電話をお持ちだと思います。電波の利用技術は、携帯電話のみならず、ラジオ・テレビ放送、インターネットをはじめ、現代生活には不可欠となっています。そして、第5世代移動通信システム(5G)のサービスが2020年3月末から開始されました。第5世代移動通信システムの特徴は、高速で大容量の情報を遅延なく多数の端末と接続できる移動通信システムですので、その技術は、高精細映像やVR(仮想現実: Virtual Reality)やAR(拡張現実: Augmented Reality)を駆使した臨場感のある映像、さらには自動運転や遠隔医療など様々な形で応用され、産業活動を活性化させ、新たな産業を創出すると期待されています。これらの新たな技術開発で、私たちの生活の質はこれまで以上に向上しますが、一方で、第5世代携帯電話の基地局設置に対する反対運動によって、スイスなど欧州の一部の国では、第5世代携帯電話導入を取り敢えず見送る動きもあります。我が国でも今年2月6日の衆議院本会議では、末松義規(立憲民主・国民・社保・無所属フォーラム)議員は第5世代移動通信システムから発生する“強力な電磁波”は人体に影響があるとの報告を引用し、政府の電波の安全対策に疑問を投げかけていました。この質問に対し、安倍首相は電波が人体に及ぼす影響については国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)が国際的なばく露防護ガイドラインを作成している。我が国ではこのガイドラインに準拠した「電波防護指針」を策定し、十分な安全率を見込んだ上で規制値を定めているため、この基準に従った電波では人体に悪影響を与えることはない」と答弁していました。

第5世代携帯電話のような新たな技術導入に伴う電波ばく露の人体への安全性の確保は必要であり、

国は「電波防護指針」を設けて、これを確保しています。一部の人々の不安の背景には、新たな技術導入への不安、事業者や行政への不信感も有りますが、電波の安全性を保つための「電波防護指針」への理解不足も否定出来ません。そこで「電波防護指針」に基づく電波ばく露への防護の考え方を簡単に説明します。

「電波防護指針」は、周波数範囲が10キロヘルツから300ギガヘルツまでの電波ばく露によって引き起こされる生体影響への安全性を担保するために作成された防護指針で、その指針値を電波法で順守することが義務付けられています。指針作成には、これまでの人を対象とする疫学研究や人のボランティア実験、動物や細胞を対象とした生物学的研究に関する世界中の研究成果を集めて、これらを分析し判断した結果が反映されています。

周波数が100キロヘルツ以上では、非常に強い短期的なばく露で発生するエネルギーで体温上昇(「熱作用」といいます)が確認されています。これらの短期的な強いばく露影響は科学的に立証されています(「確立された作用」と言えます)ので、国際的なガイドラインも我が国の総務省の「電波防護指針」もこれらの作用が起こらない様に十分な安全率(低減率)を設けて、国民を防護し安全を確保しています。

「電波防護指針」では、人体が電波にばく露される状況を「全身ばく露」と「局所ばく露」に分けて防護対策を設けています。テレビの電波塔や携帯電話の基地局など、電波の発生源が人体から離れていると、人体は足先から頭までほぼ均一に電波ばく露されることとなります。この様なばく露は「全身ばく露」といいます。一方、耳に当てて使用する携帯電話端末などを使用する場合、電波は頭部集中します。この

様なばく露は人体から見ると不均一な「局所ばく露」といいます。

「全身ばく露」の場合は、非常に強い電波ばく露によって体中の温度(深部体温)が1℃上昇するとサルの餌を摂る行動が緩慢になってくることが実験的に確かめられています。これを指標(閾値)として、一般環境(労働環境とは区別しています)では、このばく露条件よりも50倍の安全率(低減係数)を考慮した値をばく露の生体内の基準値(容認できる最大値)としています。したがって、深部体温1℃上昇に対する50倍の安全率ですから、1℃の50分の1である0.02℃が深部体温上昇の最大値となります。(私たちの深部体温は早朝と夕刻ではおおよそ1℃変化していますので、生理的な日内変動範囲の50分の1程度が最大値ともいえます。)

電波ばく露影響の生体内の基準値を守っているかどうかを調べるには、理論的には深部体温で調べる必要がありますが、非現実的です。そこで、「電波防護指針」では、測定できる「電力(束)密度」などの電波の強さが測定できる物理量を代替え指標として指針値を設定しています。

携帯電話端末自体は世代交代に伴ってその出力は大変低くなっていますので、第5世代の携帯電話の導入を反対する運動では、携帯電話端末からの電波の「局所ばく露」の影響は大きな問題となっていません。問題としているのは、第5世代携帯電話で利用される基地局から発生する電波の「全身ばく露」の影

響です。

「全身ばく露」の指針値は、電波の周波数によって異なりますが、携帯電話で使われている1.5ギガヘルツ以上の周波数の一般環境の電波ばく露では電力密度が1mW/cm²となっています。

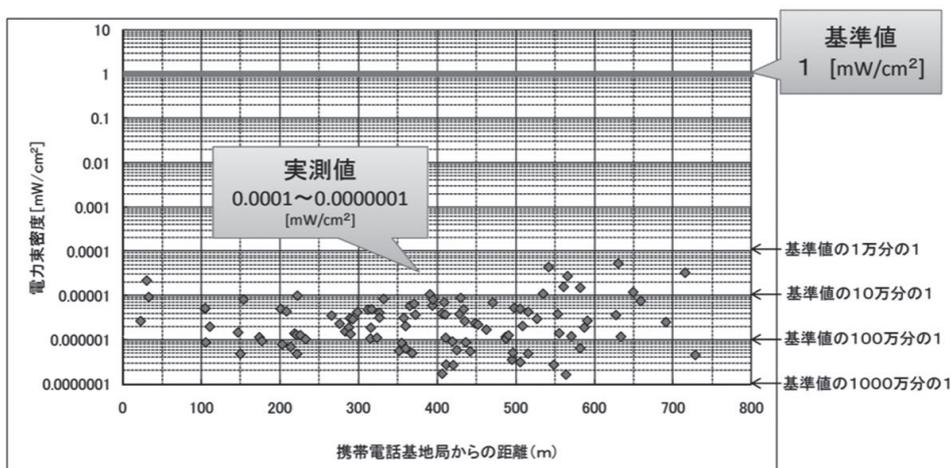
下図は、総務省が発表した携帯電話基地局からの電波の強さを電力密度の指針値である1mW/cm²と比較した結果です。縦軸の目盛は、電力密度を対数で表していますので、一目盛下で電波の強さが10分の1減弱します。横軸は、基地局からの距離(メートル)を示しています。(出典：平成18年度報告書「通常の電波伝搬環境下における携帯電話基地局に関する電界強度測定の調査報告書」)

この図から分かるように、実測すると基準値(指針値)の1万～100万分の1です。基地局からの電波は非常に弱いことがご理解頂けると思います。

さて、これまでの第3世代や第4世代の携帯電話基地局に比べて、第5世代の携帯電話基地局からは本当に“強力な電磁波”が出ているのでしょうか？

残念ながら日本では第5世代の携帯電話が導入されたばかりですので、その実態は分かりません。第5世代の携帯電話システムの電波は第4世代の携帯電話に比べて到達する距離が短いため、1つの基地局が機能する場所が狭くなり、これを補うために、小さな基地局を数多くより近くに設置する必要があります。そのため、先述した国会議員の発言の中で、“強力な電磁波”と表現されたかも知れません。

携帯電話基地局からの電波の実測値



備考：携帯電話基地局周辺の電界強度距離特性(2GHz)

今年2月末にWHOは、「第5世代モバイルネットワーク(5G)と健康」に関する質問と回答(Q&A)をウェブサイトに掲載しました。このなかで、「ばく露レベル」という問いに対しては、次のように回答しています。「現在、約3.5ギガヘルツの5G携帯電話基地局からのばく露は、既存の携帯電話基地局からのばく露に似ています。5Gアンテナからの複数のビームを使用すると、ユーザーの位置とその用途に応じて、ばく露がより変動する可能性があります。5Gテクノロジーが現在展開の初期段階にあることを考えると、電波へのばく露の変化の程度はまだ調査中です。」
<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

実は、昨年11月に国立研究開発法人情報通信研究機構が主催した「人体安全性評価技術と標準化に関する国際ワークショップ～5Gシステムの実用化に向けて～」で、IEC TC106(国際電気標準会議 人体ばく露に関する電界、磁界、及び電磁界の評価方法に関する技術委員会)のMike Wood委員長は第5世代の携帯電話基地局からばく露強度を測定した結果を発表しています。(下図)

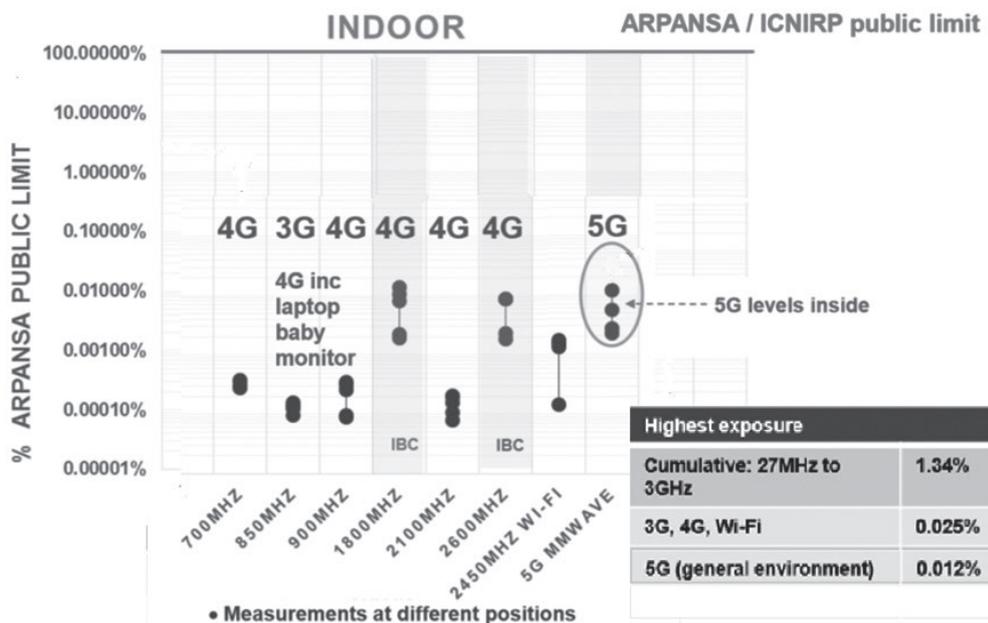
このスライドは、オーストラリア(国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP))の一般環境の基準値(我が国も同じ基準値です)を100%として、さまざまな第3世代(図中3G)や第4世代(図中4G)そして、第5世代(図中5G)の携帯電話基地局から屋内に

入って来る電波強度を測定した結果を示しています。これは前述したWHOの「ばく露レベル」に関する見解を支持しています。の3G、4G、5Gいずれの携帯電話基地局からの電波強度は、最大でも基準値の0.1%未満です。したがって5Gの携帯電話基地局からの電波は“強力な電磁波”ではないことがご理解頂けると思います。

なお、生活環境で5Gの携帯電話システムが導入されても、3Gや4Gの携帯電話は当面利用され、それらの基地局からの電波ばく露が重層しますので、5Gの携帯電話基地局からの電波ばく露が加算されるとご理解下さい。しかし、加算してもそのばく露レベルはかなり低いので人体への安全性は守られているといえます。

以上、電波ばく露の確立された熱発生に伴う短期的な生体影響を指標に第5世代の携帯電話基地局から発生する電波ばく露の強さについて説明しましたが、もう一つの課題は未だ科学的には確立されていない熱発生に至らない弱い電波の生体影響(非熱作用といいます)です。これについては、第5世代の携帯電話など移動体通信システムで使用する電波領域を含め、現在WHOの国際電磁界プロジェクトの中で、そのリスク評価の真最中です。早ければ2022年その結果が発表されるかも知れません。

そして、先ほど紹介した、今年2月末の「第5世代モバイルネットワーク(5G)と健康」に関する質問と



IEC TC106 Mike Wood委員長の講演スライドの一部を抽出

回答(Q&A)のWHOのウェブサイトの中で、「5Gからの潜在的な健康影響は何ですか?」という問いに対しては、次のように回答しています。

「これまでに膨大な研究が実施されていますが、健康への悪影響は因果関係として無線技術へのばく露と結び付けられていません。健康に関連した結論は、電波全体にわたって実施されてきた研究から導き出されていますが、これまでのところ、5Gに用いられる周波数で実施された研究は極少数です。

電波と人体との相互作用のメカニズムは、主に組織の加熱です。現在の技術から生じる電波ばく露レ

ベルは、人体に無視し得る程度の温度上昇しか生じません。

周波数が高いほど、身体組織への浸透度は浅くなり、エネルギー吸収は身体の表面(皮膚及び眼)に限定されます。ばく露全体が国際的なガイドライン以下に留まる限り、公衆衛生に対する結果が生じるとは考えられません。」

参考までに、昨年末からWHO以外でも世界中のいくつかの組織が第5世代の携帯電話など移動体通信システムの非熱作用を含めた健康影響について見解を発表していますので、紹介します。

第5世代の携帯電話への各国の見解

英イングランド公衆衛生局(PHE)が5Gについてのガイダンス文書 2019年10月3日

- 5G周波数：伝送される情報量の増加に伴い、より多くの周波数が利用可能になりつつあります。また、5Gでの将来の利用が検討されている最も高い周波数は、現行のネットワーク技術で利用されている周波数よりも約10倍高く、数十GHzに達します。
- まとめ：既存のネットワーク、または新たな領域に5Gが追加される場合、電波ばく露が全体として僅かに増加するかも知れないという可能性があります。但し、ばく露は全体としてガイドラインよりも低いままであると予想されるので、公衆衛生に対する結果は何ら生じません。
- PHEは、5G及びその他の無線技術に適用可能な証拠のモニタリング、ならびに必要とされる助言の更新に専心しています。

<https://www.gov.uk/government/publications/5g-technologies-radio-waves-and-health/5g-technologies-radio-waves-and-health>

オーストラリア放射線防護・原子力安全庁(ARPANSA)が 5Gについての議会からの照会に回答 2019年11月25日

- この照会の委託事項は、5G技術とその応用に焦点を絞ったものでしたが、ARPANSAはこの機会に、5Gの安全性に関する一般的な疑問についての事実に基づく情報を提供したいと思います。(中略)現在の科学は、モバイル通信に用いられている電波から健康影響が生じるという確立された証拠はない、ということを示しています。これには、導入予定の5Gネットワークも含まれます。
- 副長官のGillian Hirth博士は、『私たちは、5Gからの潜在的な健康インパクトについての一部の市民の懸念を認識しています。5Gは安全で、健康上の懸念を生じないというのが、我々の評価です』と述べています。

<https://www.arpansa.gov.au/news/arpansa-contributes-5g-inquiry>

米国連邦通信委員会(FCC)が現行のRFばく露限度値の維持を提案

2019年12月4日

- 我々は、現行の限度値を修正すべきかどうかについて一般から意見を求めた照会通知を解消します。この通知に対して提出された膨大な記録をレビューしたところ、現時点で現行の限度値を修正することについての適切な根拠はないということがわかったため、修正の提案を却下しました。我々は、『科学的証拠の重みは、携帯電話と何らかの健康問題とを結び付けていません』という、消費者向け製品の健康へのインパクトに関する専門機関である食品医薬品局(FDA)の知見に留意します。現行の限度値を引き下げるべき、または引き上げるべきと主張する要請が一部にありましたが、我々は、現行の限度値は労働者及び一般公衆に対するRFばく露の安全レベルに関する入手可能な最善の情報を反映している、と確信しています。

<https://www.fcc.gov/document/fcc-maintains-current-rf-exposure-safety-standards>

アイルランド環境保護局が5Gに関するウェブサイトを開設

2019年12月5日

- 電磁界のヒトへの影響は、重要な研究の対象になってきました。これには、第5世代(5G)移動通信及びその他のアプリケーションに利用・想定されている無線周波(RF)が含まれます。国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の一般公衆に対するガイドラインよりも低いレベルでは、健康影響は証明されておらず、5Gの利用による公衆衛生への影響はないと考えられています。
- 環境保護局はWHOの国際電磁界プロジェクトに貢献しており、5G及びその他の技術からの電波が安全であることを担保するため、日常環境における電磁界レベルの監視を実施します。WHOとの協力は、新たな科学的証拠が現れた場合、または、仮に私たちの日常環境中の電磁界レベルに変化が見られた場合にも、我々の助言が依然として最新であることを担保するため、査読済みの科学文献を監視する助けになります。

<http://www.epa.ie/radiation/emf/whatisemf/rf/newrftechnologies-5g/>

米国食品医薬品局(FDA)は「携帯電話」に関するウェブサイトを更新

2020年2月10日

「5G(第5世代移動通信)に対する新たな意味合いはありません」として、次のように述べています。

「FDAはとりわけ、携帯電話及びその他の電波を発する電子機器を一般人が安全に使用できるようにすることに責任を負っています。これには、米国民が広く利用できるようになっている、5G携帯電話等の電波を発する新たな電子機器の健康リスク(もしあるとして)を理解することが含まれます。5Gの仕様の多くは未だ不明確ですが、5G携帯電話はFCCの現行のばく露ガイドライン(300 kHz-100 GHz)がカバーする周波数を利用しており、また、これまでの科学的証拠全体に基づいて得られた結論はこれらの周波数をカバーしていることが知られています。FDAは、5Gの潜在的インパクトに関する科学的情報が入手できるようになり次第、そのモニターを継続します。

<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/home-business-and-entertainment-products/cell-phones>

最後に、電波ばく露の安全性を所管する総務省では、第5世代の携帯電話で使用される電波領域を含め様々な周波数の電波のばく露影響を追究する「生体電磁環

境研究」を実施しています。ご関心をお持ちの読者は、以下のURLをご参照下さい。<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/com/index.htm>

2019年度 活動実績報告

情報調査グループ 堤 哲也

2019年度における電磁界情報センターへの問合せ件数やホームページへのアクセス件数、学術集会でのランチョンセミナー（学術集会の昼食時間帯を利用して開催するセミナー）や依頼講演会、低周波磁界測定器貸出の実績について報告します。なお今回報告するデータは、2020年2月末までの実績です。

1. 問合せ件数と ホームページアクセス者数

図1に年度別の問合せ件数を示します（但し、2008年は11月から3月までの集計）。問合せ件数は同じ方からの複数回の件数も計上しています。電磁界情報センターが2008年11月に本格的な事業開始をしてから、問合せ件数は毎年増加傾向にありますが、今年度は、約69件／月で推移しており、830件程度になる見込みです。

問合せ内容を内訳別にみると、周波数別では低周波電磁界(58%)、高周波電磁界(18%)、静電磁界(3%)、中間周波電磁界(4%)、電離放射線(0%)、その他(17%)となっています。電磁界の発生源別では、電力設備(34%)、その他家電製品(16%)、携帯電話(5%)、その他電波(4%)となっています。相談内容別では健康影響(40%)、磁界測定(25%)、電磁過敏症(10%)、家屋土地購入(4%)、電磁波攻

撃(11%)となっています。

図2に年度別のホームページへのアクセス者数を示します。アクセス者数は年々増加傾向にあります。特に2017年9月にはホームページのトップ画面に、レスポンシブルデザイン(パソコンだけでなくスマートフォン等の携帯端末による閲覧にも配慮した画面)を採用したことで、携帯端末からのアクセス数も増加しています。ホームページアクセス者数は、設立以来、過去最高を記録する見込みです。

2. ランチョンセミナーおよび 依頼講演会実施件数

ランチョンセミナーは、地域や機関において情報伝達を担っている行政・教育および学校保健・看護関係分野の情報媒介者を対象とした啓発活動です。今年度は新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止措置の影響を受け、急遽中止となったセミナー2件

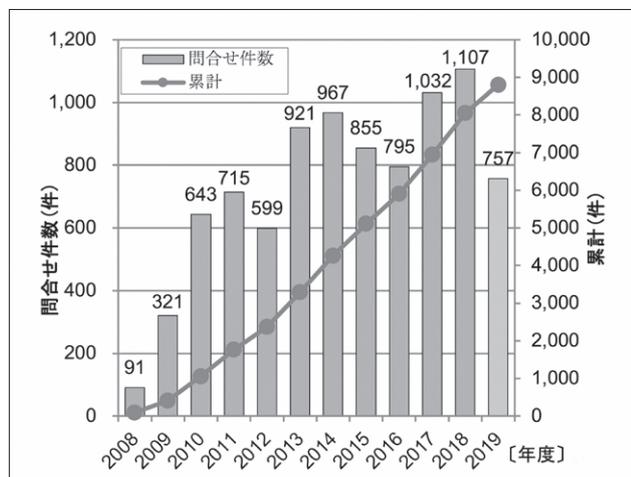


図1 年度別 問合せ件数

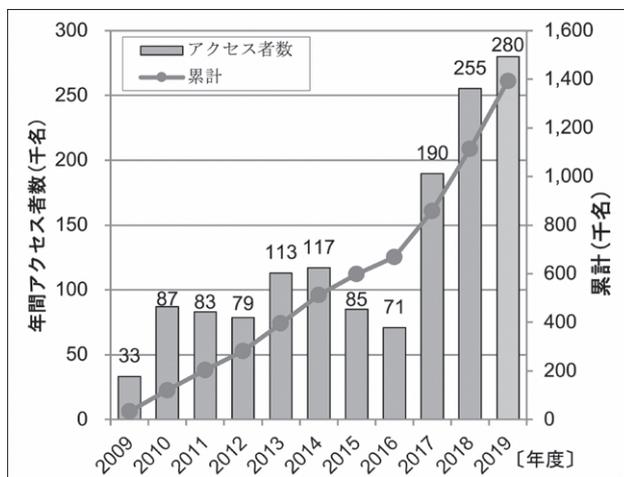


図2 ホームページへの年間アクセス者数

もありましたが、1,495名の専門職の方に電磁界の健康影響に関する情報を提供しています。(図3)

要請による依頼講演会は、行政(消費生活センター等)や教育機関、団体からの依頼に基づき講師を派遣しています。依頼者からの要望や参加者の理解度に合せた講演内容としています。また、近年では磁界測定器を使つての実習型の講演会も行っており、参加者の方から好評を頂いています。2019年度は、依頼件数が減少傾向であったため、講演案内用ダイレクトメールに「パンフレット」「講演会資料サンプル」を追加で封入しました。その結果、来年度実施分として、学校関係者等から既に3件の依頼を受けています。(図4)

3.低周波磁界測定器の貸出件数

電磁界情報センターでは、電磁界の健康影響に不安を持たれている方が自ら測定して、身のまわりの電磁界の大きさや、磁界の距離減衰や時間的変動といった特性を理解して頂くことを目的に、低周波磁界測定器を無料で貸出するサービスを行っています。今年度は、約19件/月で推移しており、至近5カ年平均227件と同等程度になる見込みです。(図5)

本サービスでは、磁界測定前後でアンケート調査を実施しており、リスク認知の変化などについて調査しています。2019年度調査では磁界測定前は「心配・どちらかといえば心配」という方が83.0%でしたが、磁界測定後は51.3%まで減少しており、サー

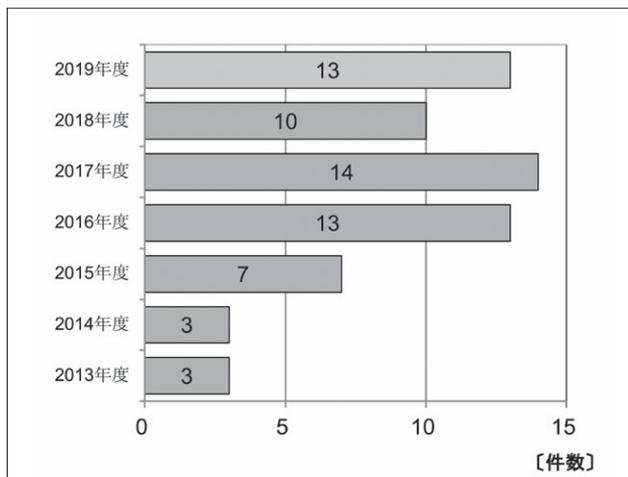


図3 年度別 ランチョンセミナー実施件数

ビス申込者の電磁波に対する心配が緩和されたことを確認しています。

4.まとめ

問合せ件数や要請による依頼講演会、磁界測定器貸出件数は、いずれも昨年と比較すると減少傾向にあります。これら減少している要因を分析した上で、今後のリスクコミュニケーションの増進に反映していきたいと考えています。

今後も電磁界情報センターの理念・目的である「電磁界の健康影響に関する利害関係者間のリスク認知のギャップの縮小」のもと、より信頼される組織を目指して参りますので、ご支援のほど宜しくお願いいたします。

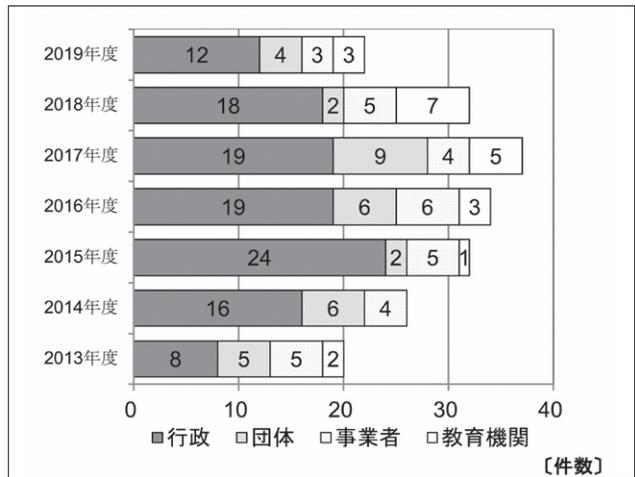


図4 年度別 依頼講演会実施件数

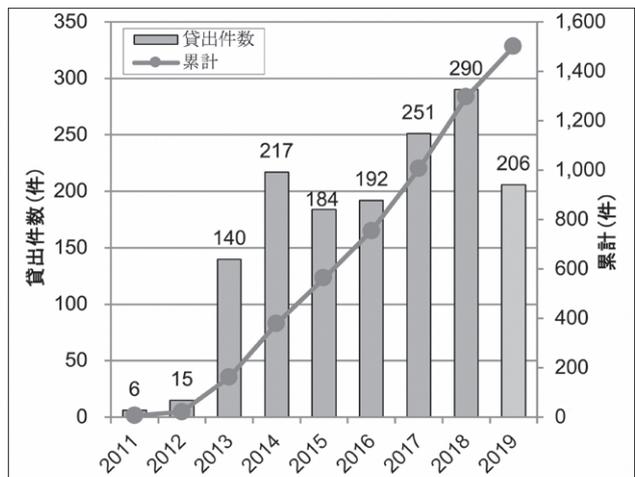


図5 年度別 磁界測定器貸出件数

コラム

リヒテンベルクと磁場感知

2019年、初冬、ミュンヘン市内の表通りから少し住宅街に入った通りを歩いていると、その通りがシーボルト通り (Sieboldstraße) と名付けられていることに気付いた。ホテルのフロントの担当者にたずねると、シーボルトはドイツ中部のヴュルツブルクに生まれ、1866年にミュンヘンで亡くなったとのこと。通りはシーボルトにちなんで名付けられたのであろう。日本の歴史に大きな足跡を残したシーボルト (Philipp Franz Balthasar von Siebold: 1796-1866) は、オランダ商館医師として長崎の出島に来たドイツ人であることは知っていたが、ミュンヘンで亡くなったことは知らなかった。1828年、シーボルトは日本での任期を終えて帰国する際に、持ち出し禁止の日本地図を持ち出そうとしたことが幕府に露見し国外追放処分を受けた。これはシーボルト事件と呼ばれ、天文方の高橋景保を始めとして多くの役人が処分された。1859年には追放が解除され、シーボルトは再来日を果たして江戸幕府の外交顧問になっている。



シーボルト通り (2019/11/05撮影)



シーボルト切手 (1996年)

また小雨の中、ミュンヘン市内を歩きながら、オーム (Georg Simon Ohm: 1789-1854) の坐像がミュンヘン工科大学構内にあることを思い出し、地下鉄に乗り大学近くの駅で下車し、20分ほど歩き回り、キャンパス内に鎮座している坐像を見つけ出した。1826年、オームは「ガルバニック電池の数学的研究」で電気回路に関する「オームの法則」に言及した。この業績は長い間忘れさられていたが、15年後にイギリスで見いだされた。そして、イギリス王立協会からコプリー賞が授与され、オームの業績はドイツ国内、世界中で注目されることになった。しかし、ミュンヘンの大学の正教授になったのは亡くなるわずか3年ほど前であった。

坐像を見たあと、大学近くの書店に入り、棚に目をやりながら興味を引くような本をあさっていた。そして、出口近くに平積みされた数冊の古書を見つけ、その中に1944年に出版されたリヒテンベルク (Georg Christoph Lichtenberg: 1742-1799) の伝記本を目にした。リヒテンベルクの名前は、高電圧工学の中で放電時、絶縁体の表面に現れる放電図形がリヒテンベルク図形 (Lichtenberg Figure) として名付けられていることで知っていた。しかし、リヒテンベルクがドイツ中部のダルムシュタット郊外の牧師の17番目の息子として生まれ、1775年にはゲッティンゲン大学の実験物理学の正教授に任命され、亡くなるまでその地位にあったことは知らなかつ



オームの坐像
(2019/11/08撮影)

た。リヒテンベルクは教授として人気を博し、また文才があり文筆家として著名であった。

文筆家として、リヒテンベルクは22歳頃から日々感じたことを書き続けていた。死後、この膨大なメモが発見され、中

には多くの箴言(しんげん)があり、これが『リヒテンベルクの雑記帳』としてまとめられた。その雑記帳に以下のような箴言がある。

「磁化された鉄をそうでないものと区別するよう犬を仕込むことができるだろうか。犬の鼻の利用法はまだ汲みつくされていないとは言えないだろう。

犬は、ほかの何種類かの動物と同じく、地震予知もする。」

リヒテンベルクは、どのようなことから犬の性格をこのよう

に書いたのであろうか。犬は優れた嗅覚能力を持っており、警察犬として能力が最大限に発揮されている。「犬の地震予知」能力はいかがであろうか。地震前後の犬の異常行動についてはトリブッチが整理している。予知能力があるのだろうか。

さて、リヒテンベルクが書いた「犬が磁石の鉄を区別できる」能力はいかがであろうか。この能力は2018年にドイツとチェコの研究グループが示した。少し詳しく書いてみる。磁石の区別は正の強化オペラント(Operant)行



リヒテンベルク誕生
250年記念切手(1992年)

動実験で明らかにした。実験にオス11頭とメス7頭の計18頭を用いて、2通りのテストを行った。14頭は両方のテストに4頭はいずれかのテストに使用した。棒磁石(0.4Tのフェライト)とエサを行動の対象に、テストAでは不透明なガラスビン(100ml、直径49mm、深さ96mm)3つのうち、1つには棒磁石を、残りの2つのビンには真鍮を入れている。棒磁石からの漏洩磁場は40cmで約 $1\mu\text{T}$ である。テストBは対照実験で1つのビンにはエサを入れ、残りの2つには非磁性のものを入れた。3つのビンはランダムに配置をかえている。また、中身(棒磁石とエサ)は木綿の袋に入れ、ポリプロピレンのキャップでビンのふたをした。実験は全てブラインドで行い飼主、トレーナー、実験者共に犬と目線を合わせないなど、実験の交絡となることは避けている。犬が磁石を検知する割合を χ^2 乗テストで確認し、結果は検知する割合が偶然なレベルでないことを示した。そして、これまでの野外での地磁気を対象にした実験などを踏まえ、犬は磁気を感知するが、その検知機序は不明であると述べている。

リヒテンベルクが書き残した『リヒテンベルクの雑記帳』は18世紀の社会、文化、科学の貴重な記録である。

(TS)

参考

Deneke O (1944):『Lichtenbergs Leben』(Ernst Heimeran verlag München)。

ゲオルク・クリストフ・リヒテンベルグ(2018):『リヒテンベルグの雑記帳』(宮田真治訳、作品社)。

Martini S, Begall S, Findekleer T, et al (2018): Dogs can be trained to find a bar magnet. Peer J 6:e6117 (doi 10.7717/peerj.6117)。

ヘルムート・トリブッチ(1985):『動物は地震を予知する』(渡辺正訳、朝日選書 No.277)。

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頂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、又は電話 / 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4カ月に1回程度で発行しています。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・修正させて頂くことがあります。
※個人への誹謗・中傷に当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

新型コロナウイルス感染症に関する話題が、毎日のように報道されています。一般的な感染症対策と同様に、一人ひとりの咳エチケット、手洗いやうがいなどに努め、また密閉空間や密集場所を可能な限り避け、早くこの事態が収束してほしいと願っています。

さて今号では、日本で2020年から本格スタートする第5世代移動通信システム（5G）について、各国の見解も含めて情報提供するとともに、2019年度活動実績を2月末時点で報告します。

今後も、電磁界に関する最新情報や科学的な情報を分かりやすく提供できるよう努めて参りますので、どうぞよろしく願いいたします。

情報調査グループ 堤 哲也

JEIC NEWS No.57 2020 (令和2)年4月13日発行

編集 電磁界情報センター 情報調査グループ

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/>