

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2025 年 8 月発行

No.

73

Index

●
P2

巻頭言

新任のご挨拶

●
P3～9

EMF トrend情報

電力中央研究所における電磁界の生物影響評価研究について
商用周波磁界の研究

●
P10～14

JEIC レポート①

スマートメーターから発生する
電波の測定について

●
P15

JEIC レポート②

令和 7 年度 総務省・経済産業省共催
「電磁波の健康影響に関する講演会」



電磁界情報センター

新任のご挨拶

情報調査グループマネジャー 室谷 真一

7月1日に情報調査グループマネジャーとして着任しました室谷と申します。

この度、奈良県から単身赴任で東京勤務となりました。東京での生活は学生時以来で20数年振りになります。久しぶりの東京生活ということもあって、都心のリズムにまだ追い付けておらず右往左往している状態ですが、早く慣れて生活を安定させたいと考えています。東京での生活を始めて数日経ちますが、私の学生時と大きく変わったと感ずることが1つあります。それは、外国人の多さです。都会ならではの人の多さや街の活気は相変わらずですが、日常でごく当たり前に外国人の方々を目にするようになりました。グローバル化の進展やダイバーシティの浸透等によって、多様な文化や価値観を持つ人を受け入れる姿勢が高まり、東京に様々な国の人たちが集まっているからだと解釈していますが、このような場所で生活、勤務する機会は滅多にありませんので、この貴重な機会を活かして多様な価値観に触れることで少しでも自身の成長につなげていければと考えています。

私はこれまで主として送電線の建設、保守、運営等に係わる業務に従事し、前職場でも奈良県内の送電線の建設や保守等を担っていましたが、16年ほど前に電磁界の健康影響に関する調査等の業務に携わった経験があります。当時は、経済産業省の電力設備電磁界対策ワーキンググループが政策提言をまとめた報告書を公表し、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)が低周波領域の電界および磁界へのばく露制限に関するガイドラインを改訂する等、国内外において電磁界に関して大きな動きがありました。また、電気設備の技術基準に磁界の規制値が導入されるといったこともあり、当時、電力設備から発生する電磁界の健康影響に関して多くの問合せをいただいた記憶があります。

それから16年余が経ちましたが、着任して

驚いたことは、現在でも電磁界情報センターには毎日のように問合せがあることです。2024年度の問合せ実績を確認したところ、その件数は1,157件と過去最多でした。また、そのうち約30%は電力設備から発生する電磁界健康影響に関するものであり、依然として電磁界による健康影響について不安を持っておられる方が多くいらっしゃることを実感させられました。加えて、最近は「電磁過敏症」や「電磁波攻撃」をキーワードとした問い合わせも増加傾向にあるとのことで、電磁界への関心も多様化しつつあると感じさせられる次第です。

電磁界情報センターでの勤務は初めてであることから、改めてセンター理念・目的を確認したところ、「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ともに、リスクコミュニケーションの実践を通じて、電磁界の健康影響に関する利害関係者のリスク認知のギャップを縮小する」との記載がありました。この理念・目的は電磁界情報センターが設立した2008年に定められたものですが、それから17年経った現在でもこの理念・目的の重要性は変わらないと考えます。近年はインターネットの普及やSNSの発展等によって、容易に情報を入手できるようになりましたが、様々な情報をどのように解釈するかは受け手に委ねられています。こうした中、科学的な知見に基づき中立的な立場から正確な情報をわかりやすく発信する本センターは貴重な存在であると考えています。

私が属する情報調査グループでは、電磁界に係わる情報の収集、整理、分析を行うとともに、電磁界情報研究データベースの構築・維持等を行っています。こうした業務を通じて、電磁界情報センターの理念・目的の達成に少しでもお役に立てるよう尽力して参りたいと思います。

今後とも電磁界情報センターの活動へのご理解とご支援のほど、よろしくお願いいたします。

電力中央研究所における

電磁界の生物影響評価研究について 商用周波磁界の研究

一般財団法人電力中央研究所 高橋 正行、齋藤 淳史

一般財団法人電力中央研究所は、1951年に財団法人電力技術研究所として創設されて以降、様々な研究分野で培った技術開発力を通じて、電気事業とその先にある社会における課題の解決に尽力してきました。電磁界については電気工学と生物学の両面から研究を行っています。前号のJEIC NEWS 70号(2025年4月発行)では、電化製品などから生じる中間周波(300 Hz-10 MHz)帯の磁界に関し、当所がこれまでに実施してきた生物影響評価研究の概要を紹介しました。本号では、送電線などから生じる商用周波(50, 60 Hz)の磁界を対象にした生物影響評価研究について、当所における取組みの歴史を、近年得た知見を交えてご紹介いたします。

商用周波電磁界の健康リスク評価

日本では、発電所で作った電気を東日本は50 Hz、西日本は60 Hzで送電し、各家庭に届けています。この50, 60 Hzは、300 Hzまでの超低周波 (Extremely Low Frequency : ELF) 帯の中でも特に商用周波と呼ばれています。商用周波電磁界は、送電線などの電力設備や家電製品から発生する最も身近な電磁界の一つであり、私たちは意図せずとも日常的にさらされています。

商用周波電磁界の健康リスク懸念は、1966年に旧ソ連において電力設備で働く作業員が不定愁訴を訴えたことに端を発しており、“電界”へのばく露と健康リスクとの関連が議論されました。その後、1970年代後半から80年代にかけて欧米を中心に

研究プロジェクトが実施され、電界ばく露の健康影響は否定されています。WHO（世界保健機関）も、一般居住環境レベルのELF電界に健康影響はないとの公式見解を示しています。一方、商用周波“磁界”の健康リスク懸念については、今なお未解決課題が残り議論が続いています。

1979年、米国デンバーで行われた疫学研究によって、送電線から発生する商用周波磁界と小児白血病の関連が初めて示唆されました。1980年代後半から2000年代前半頃には、マスメディアで大きく取り上げられるなど、リスク懸念が世界的に拡がりを見せました。このリスク懸念への対応として、米国では、ELF電磁界ばく露による健康リスクの科学的証拠を明確にするための研究・分析プログラム(EMF-RAPID計画、1992-1998年)が実施されました。またWHOは、1996年に非電離放射線の健康リスク評価を推進するために国際電磁界プロジェクトを発足し、2007年にはELF電磁界の健康リスク評価書である環境保健クライテリアNo. 238(EHC 238)^[1]を発刊しています。EHC 238には、神経系や心血管系、生殖や発生、免疫やがんなど、評価項目毎に整理された科学的証拠と、それを基に導かれた電磁界影響についてのタスクグループの見解や勧告が記載されています。EHC 238に対するWHOの見解はファクトシートNo. 322にまとめられており、長期的なELF磁界へのばく露が及ぼす健康影響については「小児白血病に関連する科学的証拠は因果関係と見なせるほど強くはない」「その他の健康影響に関する科学的証拠は、小児白血病に関する

る証拠よりはるかに弱い」と述べられています。また、ELF電磁界ばく露の健康影響に関する科学的不確実性を低減するために、更なる研究の実施を推奨しています。EHC 238やファクトシートNo. 322の詳細は、環境省^[2]や電磁界情報センター^[3]が提供している日本語訳を参照ください。

EHC 238が発刊されて以降、欧州委員会の科学諮問機関などの国際機関や国レベルで、新たな科学的証拠を以てリスク評価の見直しが行われてきました(JEIC NEWS 9号、70-72号を参照ください)。しかし、商用周波磁界へのばく露と小児白血病の発症リスク上昇に因果関係があるか否かについては、EHC 238からの大きな見直しはなく、最終結論を導くために更なる科学的証拠の蓄積が求められています。2024年に公開された「保険・環境・新興リスクについての科学委員会(SCHEER)」の報告書では、「超低周波磁界ばく露と小児白血病との関連性については証拠が弱い(JEIC NEWS 72号から引用)」と結論付けた一方で、動物研究や作用メカニズムに焦点をあてた評価研究からの科学的証拠は不十分とし、「小児白血病の評価に適した動物モデルを用いた評価研究と作用メカニズムについての仮説を検証するための細胞研究(独自に和訳)」を今後必要な研究として推奨しています。

商用周波電磁界の管理の現況

非電離放射線を専門に扱う国際的な機関である国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)は、1998年に300 GHzまでの交流の電界と磁界の生体影響を調査し、未解決の小児白血病発症リスクの懸念とは別に、磁界のばく露に伴って体内に誘導される電流や電界がもたらす神経や筋への作用(磁界の刺激作用と呼ばれます)を根拠に、人体防護のためのガイドライン^[4]を策定しました。その後、2010年にELFを含む1 Hzから100 kHzまでの周波数範囲について改定がなされ、現行ガイドライン^[5]となりました。本ガイドラインで定める商用周波磁界の一般公衆に対するばく露制限値(200 μ T)は、日本において電力設備から生じる磁界の規制値(200 μ T)を

定める際に参照された値です。

ヒトを含む多くの生物は、生命活動を維持するため、体内で電気を利用しています。神経細胞や筋細胞は、活動電位と呼ばれる細胞膜内外の電位変化を利用した情報伝達を行っており、この活動電位は生体外からの様々な刺激により変化します。磁界にばく露することで体内に誘導される電界によっても活動電位に変化が生じることが知られており、網膜の神経ネットワークが誘導電界に応答し、あたかも光が明滅しているように感じる磁気閃光現象は、ヒトが最も敏感に感知できる磁界の刺激作用として知られています。

神経や筋に対する磁界の刺激作用は、唯一立証された磁界による生体作用です。刺激作用が健康に悪影響を及ぼすことは確認されていませんが、ガイドライン策定のための拠り所として指標に採用されています。ELF帯では磁気閃光現象が生じる閾値によりばく露制限値が定められており、より高い中間周波帯では末梢神経に対する刺激作用の閾値が参照されています。磁界の刺激作用の閾値は、ボランティア実験や細胞実験などにより、刺激作用が生じる誘導電界の最小値として明らかにされます。また、ドシメトリと呼ばれる数値シミュレーションを用いた方法により、体内で生じる誘導電界の強さと外部からばく露される磁界の強さの関係が求められます。これらを総合することで、刺激作用が生じる外部磁界の閾値が推定され、更に科学的な不確実性を考慮した安全係数を乗じることで、ばく露制限値が決定されています。

ICNIRPは、現在、ELFを含む周波数帯に対するガイドラインの改定作業を進めています。そして改定に先立ち2020年に、解説文書「低周波ガイドラインに関連する知識のギャップ」^[6]を公表しました。本文章では、より精緻なガイドライン策定のために埋めなければならない知識のギャップ(不足している科学的知見)について言及されています。複数挙げられた推奨する研究分野の一つに神経ネットワークへの刺激作用があり、現行の閾値の不確かさが指摘されています。詳細はJEIC NEWS 59号を参照ください。これらの推奨分野における最新知見を活用しな

がら、ガイドラインの改定が進められると考えられます。

電力中央研究所における取り組み

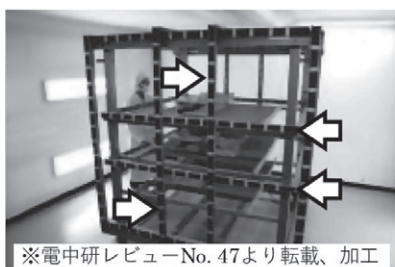
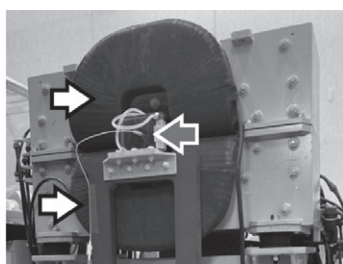
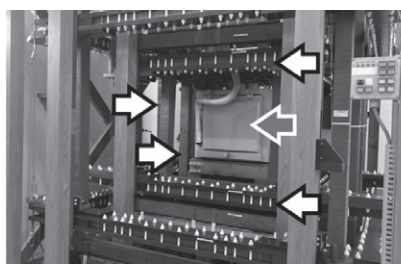
商用周波磁界の健康リスク評価への貢献

健康リスクの評価は、リスク要因に関する疫学や実験研究から得られた知見に基づき、その要因に起因する疾病や障害を特定し(有害性評価)、要因を浴びた量とその疾病が現れる程度との関係性からヒトでの閾値を解明します(用量-反応評価)。また、実測やシミュレーションから実環境におけるリスク要因の量を把握します(ばく露量評価)。これらの評価を総合し、“ヒトでの閾値”と“実環境でのばく露量”がどの程度乖離しているかを計算してリスクを評価します。

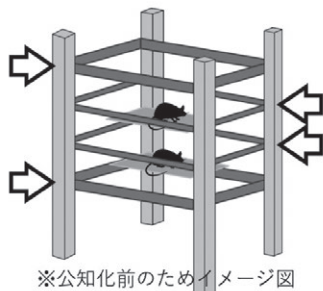
電力中央研究所では、1979年に上述の疫学研究成果が発表されて間もなく1980年代初頭には、研究所の資金による自主的な研究として商用周波電磁界の有害性を検証するための生物影響評価研究を開始しました。「一部の疫学研究で示唆されていた発がん、神経障害、生殖に関連する有害性が真に科学的根拠のある現象である場合、実験動物への磁界ばく露により影響を示唆する結果が得られるはずであり、それらの影響が発現するためには、遺伝子発現など

の細胞・分子レベルでの変化、あるいは、免疫・ホルモンなどの生体防御・生体調節機構に変化が生じるはず」との作業仮説を設定し、実験動物、細胞、微生物を用いた実験研究を精力的に進めました。一部の研究は国内外の研究機関との共同研究として実施し、また1993年からは、13年間と長期にわたって通商産業省(現、経済産業省)資源エネルギー庁から電力設備環境影響調査(生物安全性調査)を受託し、商用周波磁界の安全性評価の観点から、生殖や発がんに関する大規模な動物実験を実施しました。

磁界の生物影響を評価するためには、評価対象に対し磁界をばく露する装置が必須です。またその性能は、研究の質を左右します。当所では、実験動物や細胞用の磁界ばく露装置を独自に開発し、研究に供してきました。評価対象に対し均一な強い磁界をばく露可能で且つ装置から発生する熱や振動などが対象に影響を及ぼすことがない仕様となっており、これにより磁界のみの影響を評価することが出来ます。前項に記載の通り、ICNIRPガイドラインが定める50,60 Hz磁界の一般公衆に対するばく露制限値が200 μ Tであるのに対し、当所の研究では、実験動物に対しては最大350 μ T、細胞や微生物に対しては最大300,000 μ T (300 mT)と非常に強い磁界をばく露し、磁界ばく露により生じる影響(変化)がある場合は、それを確実に検出できる条件にて評価を行いました。垂直、水平方向の直線磁界以外にも、回転円磁界や楕円磁界をばく露し、様々に検討しました(図)。



※電中研レビューNo. 47より転載、加工



※公知化前のためイメージ図

図 電力中央研究所が開発した主な商用周波磁界ばく露装置

全てのばく露装置は、対象に均一な磁界をばく露可能で、且つ対象が磁界以外の因子(コイルから発生する熱や振動など)による影響を受けることがない装置として開発されています。

上段：細胞用、下段：ラット・マウス用(白矢印：コイル、灰矢印：細胞培養用インキュベーター)

左列：水平・鉛直方向に磁界を発生することが出来、二方向を合成させた回転円磁界など、多様な磁界をばく露可能な装置

右列：磁界方向は鉛直方向に限定されるが、非常に強い磁界を発生可能な装置

一連の研究を通し、EHC 238において生物影響や疾患を対象とした第4章から第11章の内、6章に関わる15項目以上の指標について、磁界ばく露による影響の有無を評価しました。総じて、「少なくとも現在の生活及び職場環境における商用周波磁界が、ヒトの健康に悪影響を与えるという科学的根拠はない」と結論づけています(表)。学術論文にて発表した複数の評価結果は、科学的証拠としてEHC 238に引用されています。各実験の内容や結果の詳細は末尾に記した広報誌「電中研レビュー No.47」^[7]および当該電中研レビューの末尾に示した原著論文を参照ください。

広範な指標について科学的証拠を得た一方で、最も関心の高い商用周波磁界と小児白血病の因果関係については、直接的な評価研究に取り組むことが出来ていませんでした。小児白血病の発症への磁界影響を適正に評価可能な手法がないことが要因でした。同様に、磁界ばく露の短期的影響に位置付けられ、ガイドラインの根拠とされる磁界の刺激作用の評価も、未実施課題として残されました。

商用周波磁界と小児白血病の因果関係の解明に向けて

白血病は血液のがんの一種です。血液細胞は骨髄球系細胞とリンパ球系細胞に大別され、成人期に発症する白血病は骨髄球系細胞ががん化する場合が多いのに対し、小児白血病のほとんどは、リンパ球系細胞、特に抗体を作る役割を持つB細胞の前駆細胞ががん化しています。B前駆細胞性リンパ芽球性白血病(B-ALL)とも呼ばれます。特定の疾患に対するリスクを評価する場合、その疾患を模擬できる動物モデルが有用です。しかし、代表的な実験動物であるマウスやラットでは、B-ALLは自然発症しません。小児白血病を発症する性質を持たない動物を用いて得られた知見では、リスク評価のための強い科学的証拠とはならないため、EHC 238やSCHEERのリスク評価書では、遺伝子組換え動物など、評価に適した実験動物の作製と影響評価への利用を強く推奨しています。当所では、ヒトの血液細胞のそのものを活用した評価系を開発し影響評価に利用すること

で、ヒト特有の疾患と考えられる小児白血病と商用周波磁界の因果関係の解明に資する科学的証拠を獲得できると考え、研究を開始しました。

B-ALLで異常が生じるB前駆細胞は骨髄に存在しているため、ヒトから評価細胞を採取することは望めません。そこで注目したのが、2007年に京都大学の山中伸弥教授のグループが樹立を発表した人工多能性幹細胞(ヒトiPS細胞)です。ヒトiPS細胞は培養皿の上でほぼ無限に増殖させることができ、また、我々の体を構成する様々な組織や臓器の細胞に変化(分化と呼びます)させることが可能です。ヒトiPS細胞の利用により、血液細胞を含む正常なヒト細胞を、実験室で調製可能になります。その他、ヒトの臍帯血から採取した、血液細胞に限定した分化能力を持つ造血幹／前駆細胞を購入し、評価に活用しています。

これまでに、ヒトiPS細胞やヒト造血幹・前駆細胞を用い、骨髄内におけるB細胞分化を培養皿上で模擬し、B-ALLで生じる分化異常が商用周波磁界のばく露により生じ得るかを検証しています。その結果、疫学研究にて小児白血病のリスク上昇が議論されている0.4 μ Tを遥かに上回る300 mTの磁界を、最長5週間連続ばく露した場合でも、B細胞分化に変化はなく、B-ALLの発症に繋がり得る磁界の影響を確認していません^{[8][9]}。現在は、B-ALLの発症メカニズムに関する最新知見を参照しながら、遺伝子やタンパク質などの分子レベルでの変化に焦点を当て、磁界ばく露が及ぼす影響についての詳細な検証を進めています。

細胞研究以外に、実験動物を用いた影響評価にも取り組んでいます。当所では、免疫機能が著しく低下した特殊なマウスにヒト細胞を移植することで作製される、ヒト化マウスと呼ばれるマウスに注目し、磁界の影響評価への活用を試みています。これまでの研究により、ヒト造血幹／前駆細胞を移植したヒト化マウスにはヒト生体内と類似した造血系が構築されること^[10]、ヒト化マウスがヒトの造血系に対する毒性物質の影響評価に有用であること^[11]を明らかにしました。これらの結果から、ヒト化マウスは、

ヒト特有の造血器疾患である小児白血病に関わる知見を得るのに役立つものと期待しています。現在は、実験動物用の磁界ばく露装置の開発を完了し、磁界ばく露実験による科学的証拠の創出を進めています。

以上の通り、当所では、商用周波磁界へのばく露と小児白血病の発症に因果関係があるか否かの解明に貢献するため、細胞研究および動物研究の両面にて、科学的証拠の蓄積に取り組んでいます。

商用周波磁界による刺激作用の閾値解明に向けて

当所では、上述の小児白血病の評価研究に続き、ガイドラインにおけるばく露制限値の科学的不確実性の低減に向け、刺激作用の閾値評価に関する研究を開始しています^[12]。現行のICNIRPガイドラインで、商用周波を含むELF帯の磁界について、磁気閃光現象が生じる閾値を根拠に、ばく露制限値を定めています。しかし、当該閾値に関する既存の科学的知見は様々であり、絶対的な値は見出されていません。ICNIRPは、科学的不確実性への対応として安全係数を設け、安全側にマージンを持たせた値を制限値としています。一方で、ガイドラインの精緻化のため、磁気閃光やその他の神経系への磁界の刺激作用閾値について、科学的知見を蓄積する必要があると指摘しています。

頭部付近への磁界ばく露に伴う磁気閃光現象は、中枢神経系の一部である網膜の神経ネットワークが刺激作用を受けることで生じると考えられています。一方、脳神経などその他の中枢神経系については、神経活動の検出の難しさから磁界の刺激作用への応答性に関する理解は十分に進んでおらず、その閾値についても研究の必要性が指摘されています。そこで当所では、実験動物から採取した細胞やヒトiPS細胞から調製した細胞を用いて、脳神経により構成される神経ネットワークを培養皿上に構築し、磁界の刺激作用の閾値解明を進めています。ラット由来の脳神経ネットワークを用いた評価では、ガイドラインの制限値を数倍上回る誘導電界を作用させた場合でのみ神経活動に変化が生じることを明らかにしています^[13]。現在は、種間で刺激作用への応答性が

異なる可能性を考慮し、ヒトiPS細胞から分化させたヒト脳神経ネットワークを用いて知見の創出を進めています^[14]。

神経活動は非常に速く、磁界の刺激作用を検出するには1秒以下の変化を捉えることが求められます。そのような検出機器は市販されていますが、知る限り全てにおいて金属材料が組み込まれており、機器の故障と発生磁界の歪みの両面により、磁界ばく露空間中では使用出来ません。当所ではこれまでに、光ファイバーを主体とした非導電性材料のみを用いた光学計測システムを開発しました^[15]。本システムの利用により、300 mTを超える強い磁界中でもノイズや発熱、振動などを生じることなく、また磁界に対しても干渉することなく、磁界ばく露中の神経活動をリアルタイムに計測することが可能となりました。ヒト脳神経ネットワークへの磁界ばく露と神経活動計測を同時に実施することで、磁界の刺激作用閾値を精度高く評価できると考えています。

今後、上記研究を進展させ、脳神経系に対する磁界の刺激作用についての理解に役立つ科学的知見を創出することで、ガイドラインの精緻化に貢献していきたいと考えています。

まとめ

電力中央研究所では、商用周波磁界の健康リスク懸念が報告されたことを端緒に、長年に渡り実験動物や細胞などを用いた生物影響評価研究を実施し、様々な科学的証拠を創出してきました。それらの多くは国際的なリスク評価書にて参照されており、一定の貢献を果たしてきたものと自負しています。そして現在では、商用周波磁界の健康リスク懸念の根底にある磁界ばく露と小児白血病発症の因果関係の解明、そして人体防護ガイドラインの指標である磁界の刺激作用評価に関する研究を推進しています。今後も、商用周波電磁界の生物影響や生体作用を正しく理解するべく、科学的知見を一つ一つ積み重ねていきたいと考えています。

参考資料

- [1]WHO, 2007. Environmental Health Criteria Monograph No.238.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241572385>
- [2]EHC 238の日本語訳(環境省).
https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43646/9789241572385_jpn.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [3]ファクトシートNo. 322の日本語訳(JEIC).
https://www.jeic-emf.jp/documents/pdf/Factsheet_No322.pdf
- [4]ICNIRP, 1998. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 74(4), 494-522.
- [5]ICNIRP, 2010. Guidelines for limiting exposure to time varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys 99(6), 818-836.
- [6]ICNIRP, 2020. Gaps in knowledge relevant to the "guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz-100 kHz)". Health Phys 118(5), 533-542. DOI: 10.1097/HP.0000000000001261
- [7]電中研レビュー No.47, 2002. Nov. <https://criepi.denken.or.jp/koho/review/No47/No47.pdf>
- [8]Takahashi & Furuya, 2022. Evaluation of the effects of exposure to power-frequency magnetic fields on the differentiation of hematopoietic stem/progenitor cells using human-induced pluripotent stem cells. Bioelectromagnetics 43(3), 174-181. DOI: 10.1002/bem.22394.
- [9]Takahashi & Furuya, 2023. Evaluation of the effects of power-frequency magnetic field exposure on B-cell differentiation from human hematopoietic stem/progenitor cells. Bioelectromagnetics 44(5-6), 119-128. DOI: 10.1002/bem.22447.
- [10]Takahashi et al., 2012. Comprehensive evaluation of leukocyte lineage derived from human hematopoietic cells in humanized mice. J Bio Bioeng 113(4), 529-535. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2011.11.011.
- [11]Takahashi et al., 2012. Assessment of benzene-induced hematotoxicity using a human-like hematopoietic lineage in NOD/Shi-scid/IL-2R γ null mice. PLoS ONE 7(12), e50448. DOI: 10.1371/journal.pone.0050448
- [12]Takahashi et al., 2017. Evaluation of the effects of power-frequency magnetic fields on the electrical activity of cardiomyocytes differentiated from human induced pluripotent stem cells. J Toxicol Sci 42(2), 223-231. DOI: 10.2131/jts.42.223.
- [13]Saito et al., 2018. Response of Cultured Neuronal Network Activity After High-Intensity Power Frequency Magnetic Field Exposure. Front Physiol 9, 189. DOI: 10.3389/fphys.2018.00189.
- [14]Saito et al., 2025. Stimulus effects of extremely low-frequency electric field exposure on calcium oscillations in a human cortical spheroid. Bioelectromagnetics 46(1), e22521. DOI: 10.1002/bem.22521.
- [15]Saito et al., 2024. Estimation of electric field inside a neural spheroid by low-frequency magnetic field exposure. Electron Comm Jpn 144(5), e12460. DOI: 10.1002/ecj.12460.

表 電力中央研究所において2000年代前半までに実施した商用周波磁界の生物影響評価研究のまとめ
※ 電中研レビュー No. 47より転載

研究分野	研究内容	対象	供試材料	磁界強度、特性	結果
細胞・分子レベル	情報伝達	細胞内カルシウムイオン濃度	ラット脾臓、胸腺細胞	0.1 ～ 0.5mT、垂直	影響なし
		チロシンキナーゼのリン酸化反応	小脳顆粒細胞	1.4、14mT、円	14mT増加 △1.4mTなし
	遺伝子	熱刺激タンパク質発現	大腸菌	14mT、円	影響なし
		mRNA発現	酵 母	300mT、垂直	影響なし
		タンパク質発現			影響なし
		変異原性、助変異原性	大腸菌	14mT、円	影響なし
			サルモネラ菌		影響なし
生体防御・調節系レベル	免 疫	食食、分泌機能	マウスマクロファージ	1 ～ 14mT、円、垂直	影響なし
		サイトカイン	マウス	1 ～ 350 μ T、円、水平	影響なし
	内分泌	メラトニン	ラット	1 ～ 350 μ T、円、水平、楕円	円磁界でやや抑制 楕円、水平磁界で影響なし
			ヒビ	50 ～ 100 μ T、水平	影響なし
		テストステロン	ラット	1 ～ 350 μ T、水平	影響なし
疫病／障害	中枢神経	社会・学習行動	ヒビ	50 ～ 100 μ T、水平	影響なし
	生 殖	妊娠障害、胎児奇形	ラット	7 ～ 350 μ T、円	影響なし
			ハムスター	7 ～ 350 μ T、円	影響なし
	腫 瘍	発がん性	ラット	7 ～ 350 μ T、円	影響なし
		乳腺腫瘍促進		7 ～ 350 μ T、水平	影響なし

スマートメーターから発生する電波の測定について

情報調査グループ 南 典宏

目的

近年、従来型(機械式)の電力量計に代わって無線通信機能を備えたスマートメーターの導入が進み、現在ではほぼすべての電力量計がスマートメーターに取り替えられています。一方で、スマートメーターからの高周波電磁界(電波)ばく露による健康影響を懸念する声も一部にありますが、日本国内ではスマートメーターからの電波に関する測定報告は多くありません。そこで今回、国内で主に使用されている920MHz帯スマートメーターからの電波を測定しました。なお、本測定結果は、2024年10月の電気学会電磁環境研究会および2025年6月にフランス・レンヌで開催されたBioEM2025にて発表しています。

スマートメーターとは

スマートメーター(図1参照)は30分毎の電気使用量を計測し、遠隔での検針が可能な通信機能を備え

た電力量計です。スマートメーターの通信には、図2に示すような隣接したスマートメーター同士がバケツリレーをしてコンセントレーター(集約装置)までの通信を行うマルチホップ通信方式が使われています。コンセントレーターに集められたデータは、通信事業者のネットワーク(WAN)などを通じて、電力会社のデータ管理システム(HES: Head-End System)に送られます。

測定場所

測定はスマートメーターの設置状況が異なる3か所、戸建住宅(地点A)、各戸にスマートメーターを設置した集合住宅(地点B)、スマートメーターを1か所に集中させた集合住宅(地点C)で実施しました。表1に測定場所とスマートメーターの設置状況を示します。

測定方法

測定器は定期的に校正している電界強度測定器SRM-3006(Narda S.T.S.社製(ドイツ))と三軸等方性電界プローブ3502/01[測定可能周波数: 420MHz ~ 6GHz]を使用しました。

プローブの固定に電波への影響が小さい塩化ビニル樹脂製の架台を作成し、使用しました。

プローブはスマートメーターと同じ地上高で、スマートメーター正面とプローブ先端の距離が0.1mとなるように配置し測定しました。

測定器および測定時の設置状況を図3に示します。

スマートメーターが使用している周波数帯(920 ~ 930MHz)における電界強度を測定(RBW: 100kHz)し、6分間平均値として記録しました。また、電波信号の発生回数と発生間隔を30分間にわたって記録す

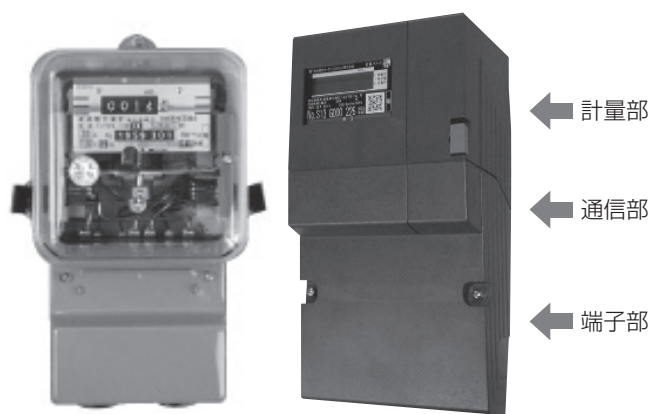


図1 従来型(機械式)計器(左)とスマートメーター(右)
(出典: 東京電力パワーグリッド ウェブサイト)

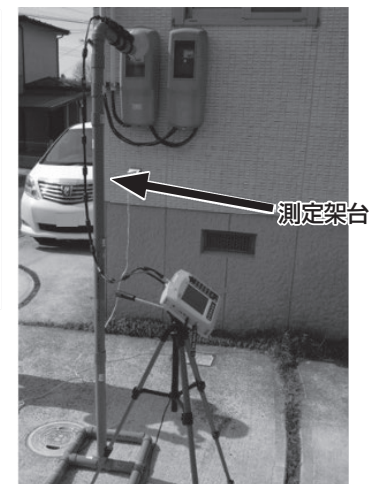
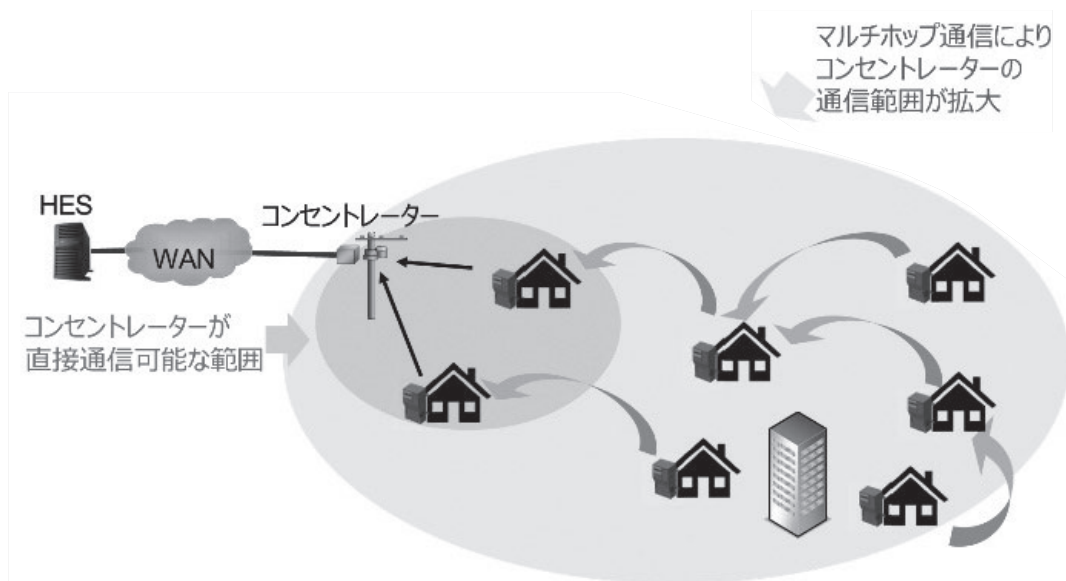


図3 測定器および測定時の設置状況

図2 マルチホップ通信のイメージ
(出典：次世代スマートメーター制度検討会 第2回スマートメーター仕様検討ワーキンググループ資料)

表1 測定場所とスマートメーターの設置状況

地点	建物種類	設置場所	隣接スマートメーターとの距離・台数	スマートメーターの設置状況
A	戸建	各戸設置 外壁設置 (カバーあり)	10m以上	
B	集合	各戸設置 メーターボックス (MB) 内設置	・ MB内に2台設置 (隣接との距離：1.5m) ・ 隣のMBとの距離：4.4m	
C	集合	集中設置 MB内設置	・ MB内に18～20台設置/箇所 (隣接との距MB内設置離：横5cm 縦7cm) ・ MB計3箇所(スマートメーター計56台)	

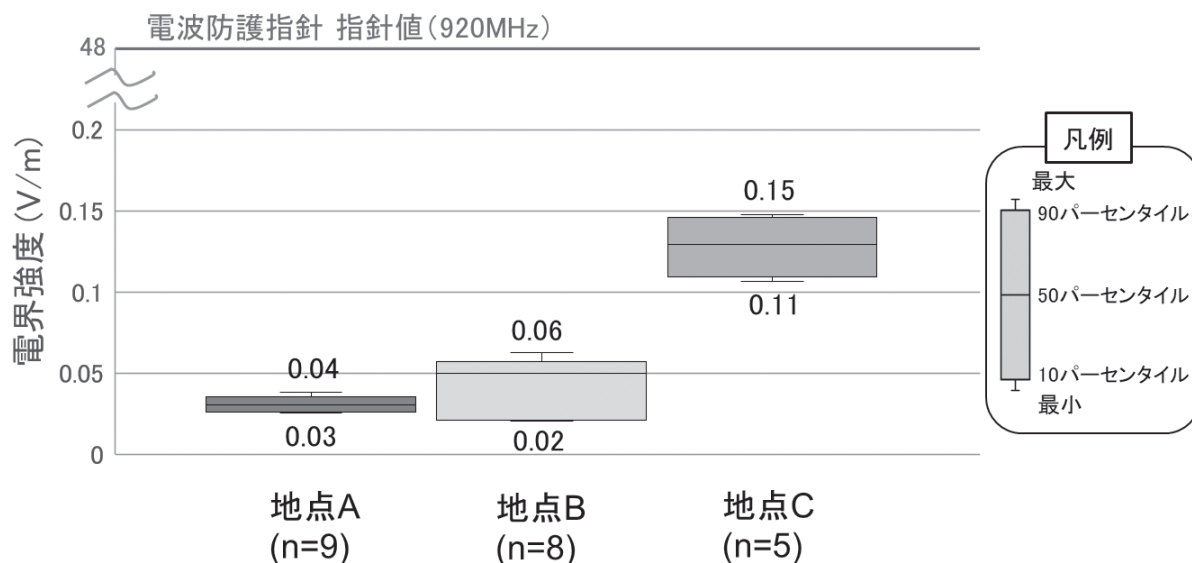


図4 電界強度の測定値(6分間平均値)

るとともに1回当たりの信号継続時間についても測定しました。

測定結果

電界強度(6分間平均値)

図4にスマートメーターから発生する電波の電界強度(6分間平均値)を示します。スマートメーターからの電波の電界強度の測定値(6分間平均値)は0.02～0.15V/mであり、電波防護指針の一般環境における電磁界強度指針値(920MHz: 48V/m)を下回っていることが確認できました。

30分間の信号発生回数および信号継続時間

地点Aおよび地点Bにおける30分間の信号発生回数および発生間隔を図5に示します。データの記録

時間は1回6分間とし、連続30分以上の測定を行いました。地点Aでは30分間に17回信号が発生しており、地点Bでは30分間に23回発生していることが確認できました。信号発生の間隔は約2秒から4分と不規則でした。

また、信号の継続時間と測定時間中における各継続時間の検出回数を表2に示します。継続時間は5つのパターンに分類でき、そのうち最も検出回数の多かった継続時間13msの波形を図6に示します。

信号継続時間は通信データ量に左右されるため、スマートメーターは都度、異なるデータ量を通信していることがわかりました。

金属製扉の有無の影響

メーターボックス(MB)内にスマートメーターが

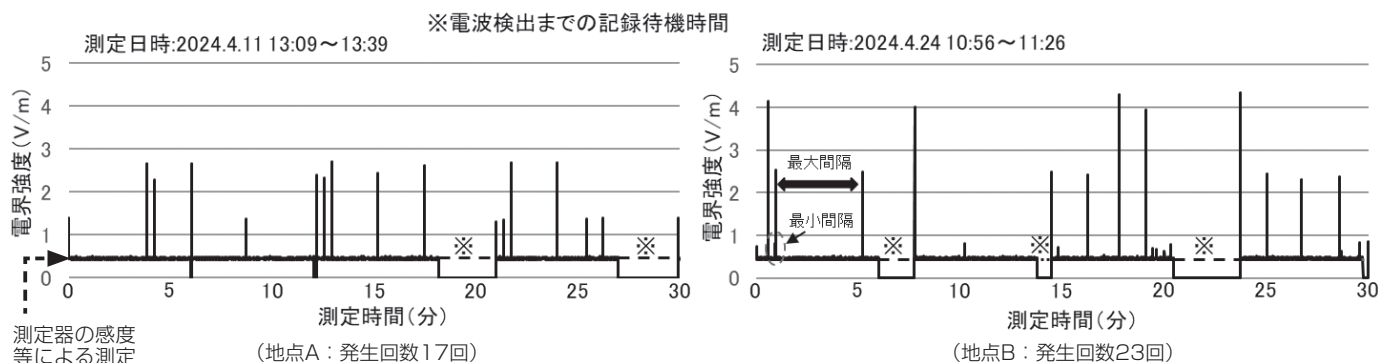


図5 30分間の信号発生回数および発生間隔

表2 信号継続時間と検出回数

信号 継続時間 (ms)	地点A [測定時間43分] (回)	地点B [測定時間53分] (回)	地点C [測定時間20分] (回)
3	2	1	13
7	0	4	6
10	3	1	0
13	20	2	14
29	2	0	0

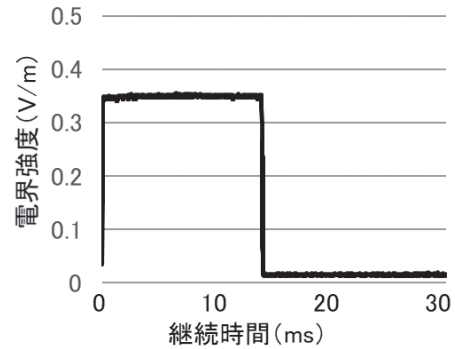
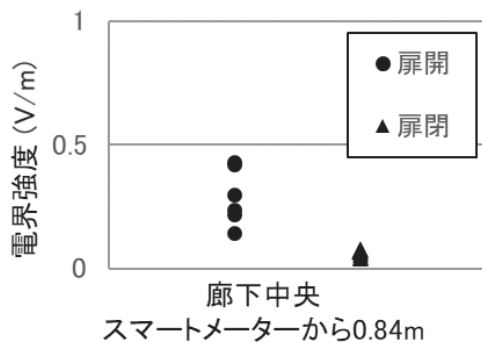


図6 信号継続時間例(13ms)

設置されている地点B、地点Cにおいて、MB正面の同位置で MBの金属製の扉を閉めた状態とMBの扉を開けた状態の測定値(最大値)の比較を行いました。なお、地点BのMBは、MB前面に金属製の扉が設置されており、扉面以外はコンクリートで囲われています。地点CのMBは全面が金属制扉で囲われてお

り、スマートメーターの表示部が見えるように扉にガラス製の窓が設置されています。測定結果と測定状況を図7、図8に示します。地点B、地点Cいずれの場所においても、金属扉を閉めた状態の方がそうではない場合に比べ電界強度が小さくなることが確認できました。

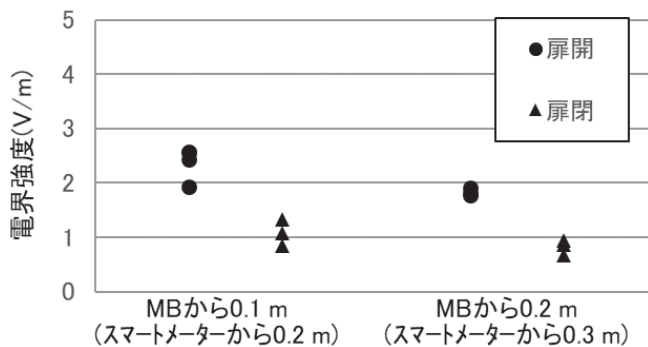


扉開



扉閉

図7 金属製扉の影響調査結果(地点B)



扉開



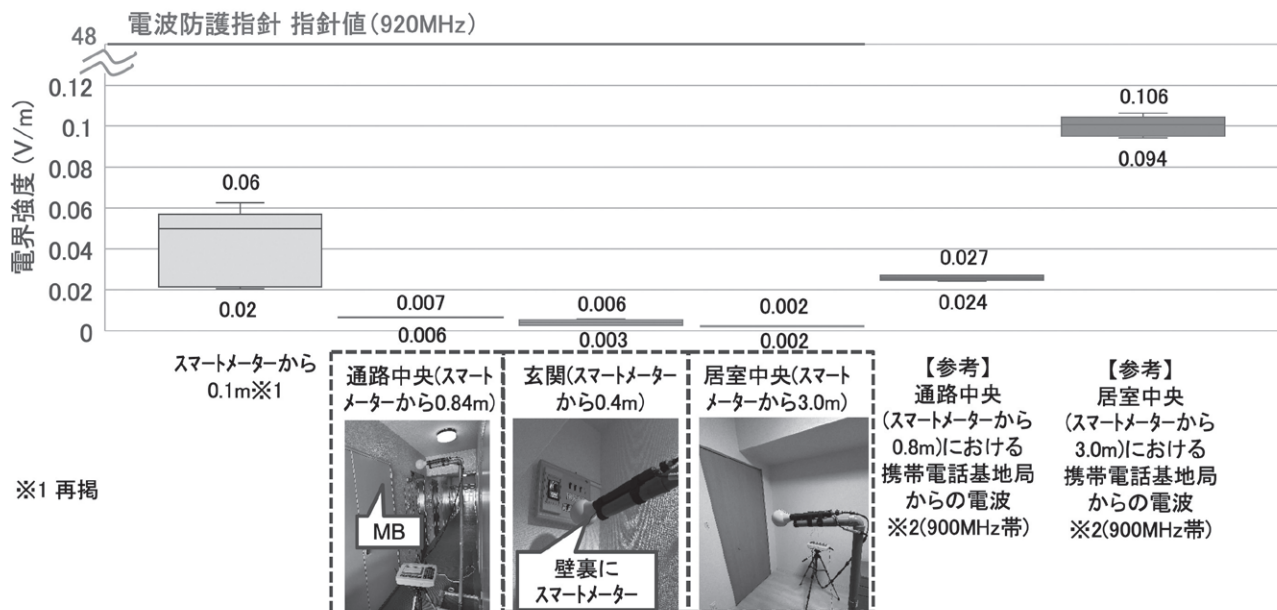
扉閉

図8 金属製扉の影響調査結果(地点C)

居住空間における電界強度(6分間平均値)

地点Bにおいて、玄関外の通路および日常生活を行う居住空間(玄関・居室中央)におけるスマートメーターからの電波の電界強度(6分間平均値)を測定しました。また、同じ場所で測定者のスマートフォンの電源をオフにして測定した携帯電話の周波数帯の電界強度(6分間平均値)と比較しました。居住空間における電界強度の測定値(6分間平均値)はいずれ

もスマートメーター正面から0.1mでの測定値に比べ小さく、いずれも電波防護指針の一般環境の電磁界強度指針値(920MHz: 48V/m)より小さいことが確認できました。また、スマートメーターからの電波の電界強度の測定値(6分間平均値)は、携帯電話の周波数帯(基地局からの電波と想定)の測定値と比べると同等か小さいことが確認できました。



まとめ

- スマートメーターから発生する電波の電界強度の測定値(6分間平均)は0.02 ~ 0.15 V/mであり、電波防護指針の一般環境の電磁界強度指針値(920 MHz: 48 V/m)を下回っていました。
- スマートメーターがMB内に設置されている場合、MBの金属製の扉を閉めることにより、測定される電界強度が小さくなることが確認できました。
- 居住空間におけるスマートメーターからの電界強

度(6分間平均値)は、スマートメーターから0.1mの位置で測定した値よりも小さいことが確認できました。

- スマートメーターからの信号は、30分間に複数回(地点A: 17回、地点B: 23回)不規則な間隔で発生していました。また、各信号の継続時間は都度異なっており、通信のたびにデータ量が異なっていることが示唆されました。

令和7年度 総務省・経済産業省共催 「電磁波の健康影響に関する講演会」

総務省と経済産業省が「電磁波の健康影響に関する講演会」を共同で開催し、携帯電話や家電製品、送電線など身のまわりにある電磁波の健康への影響について、電磁波の専門家がWHOの見解や最新情報を紹介します。また、参加者のご質問にも回答します。オンライン参加も可能です、お気軽にご参加ください(参加料無料)。

1. 開催予定

開催都市	開催日時	会 場	定員
新潟県 新潟市	2025年9月25日(木) 13:00～16:20(開場12:15～)	新潟県民会館 小ホール(2階) 〒951-8132 新潟市中央区一番堀通町3-13	会場 100名 (先着) オンライン 1,000名
千葉県 千葉市	2025年10月14日(火) 13:00～16:20(開場12:15～)	千葉市文化センター アートホール(3階) 〒260-0013 千葉県千葉市中央区中央2-5-1	
静岡県 静岡市	2025年11月6日(木) 13:00～16:20(開場12:15～)	静岡県男女共同参画センターあざれあ 大ホール(6階) 〒422-8063 静岡市駿河区馬淵1丁目17-1	
高知県 高知市	2025年12月2日(火) 13:00～16:20(開場12:15～)	文化プラザかるぼーと 龍馬学園イベントホール(2階) 〒781-9529 高知県高知市九反田2-1	
兵庫県 神戸市	2025年12月23日(火) 13:00～16:20(開場12:15～)	神戸市産業振興センター ハーバーホール(3階) 〒650-0044 神戸市中央区東川崎町1丁目8番4号(神戸ハーバーランド内)	
長崎県 長崎市	2026年1月20日(火) 13:00～16:20(開場12:15～)	メルカつきまち長崎市民生活プラザ ホール(5階) 〒850-0877 長崎県長崎市築町3-18	

2. お申し込み方法

参加をご希望の方は、事前に以下のいずれかの方法でお申し込みください(参加費無料)。なお、募集期間内であっても定員に達した際には受付を終了させていただきますので、あらかじめご了承ください。

1) インターネットからお申し込み

右記、二次元コードよりお申し込みください。



2) メール及びハガキ、FAXによるお申し込み

必要事項を記載し、下記のお申し込み先までお申し込みください。事務局にて内容を確認した後、申込受付の完了のお知らせをメール及び郵送、FAXにてお送りいたします。

- (1)開催日と会場名(例：9/25 新潟会場)、(2)氏名・ふりがな、(3)住所、(4)参加方法(会場、オンライン)、(5)電話番号、(6)FAX番号、(7)メールアドレス(オンラインの場合)、(8)質問事項(電磁波の健康影響に関するもの)に限ります。開催日の1週間前までにお寄せください。

3) お申し込み・お問い合わせ先

〒140-0002 東京都品川区東品川4丁目12番1号 品川シーサイドサウスタワー 12階
株式会社オーエムシー 電磁波の健康影響に関する講演会 事務局
TEL：03-6810-1072 FAX：03-6810-1074
E-mail：denjiha2025@omc.co.jp

※電話でのお問い合わせは、平日9:15～18:15(土日祝日を除く)の間をお願いします。

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、当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 <https://www.jeic-emf.jp/>

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

（ YouTubeでの動画公開を始めました ）

「電磁界（電磁波）ってなに？」、「送電線や家電の電磁波って危ないの？」などのテーマで動画を公開しております。是非ご覧ください。

▽電磁界情報センターのYouTubeチャンネル

<https://www.youtube.com/@JEIC-teikyouG>

今後も定期的に更新しますので、チャンネル登録をお願いします。

「JEIC NEWS」に対してご意見・感想をお寄せ下さい

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。ご投稿は、下記に掲載の連絡先（電話、FAX）またはホームページお問い合わせフォームまでお願いします。

編集後記

今年も昨年に引き続き日本全国で猛暑となる夏となっています。電磁界情報センターでは、7月に新たに室谷情報調査グループマネージャーを迎えいれました。

さて、前号のEMFトレンド情報に引き続いて、今回も（一財）電力中央研究所さまに寄稿をお願いし、「商用周波磁界に関する研究」を紹介することができました。

また、昨年度に引き続き、今年度も総務省・経済産業省の共催にて「電磁波の健康影響に関する講演会」を開催予定です。どなたでもお気軽にご参加いただける内容となっておりますので、多くの方々のご参加を心よりお待ちしております。開催場所、申込方法等については、本紙内のJEICレポート②をご覧ください。

引き続き、皆さまに電磁界に関する科学的な情報や最新の話題をわかりやすく提供できるよう努めてまいります。

管理・受託グループ 川辺 史明

JEIC NEWS No.73 2025 (令和7)年8月7日発行

編集 電磁界情報センター

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

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

