

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2025年4月発行

No.

72

Index

●
P2

巻頭言

経済産業省・総務省共催
「電磁波の健康影響に関する講演会」の結果報告

●
P3～4

EMFトレンド情報①

低周波領域の電磁界に対する
欧州委員会科学委員会（SCHEER）の最終意見書

●
P5～9

EMFトレンド情報②

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
中間周波（intermediate frequency：IF）磁界の研究

●
P10～11

JEICレポート

高圧直流送電線から発生する直流磁界の大きさについて



電磁界情報センター

経済産業省・総務省共催 「電磁波の健康影響に関する講演会」の結果報告

管理・受託グループマネージャー兼情報提供グループマネージャー 富永 智博

電磁界情報センター（以下、「JEIC」という）では、経済産業省の電磁界情報調査提供事業を受託しており、昨年度に引き続き経済産業省・総務省共催の講演会の事務局を務めました。

これまで両省は個別に講演会を開催していましたが、一般の方々が電力設備や携帯電話など特定の発生源や周波数の電磁波に不安を感じているわけではない状況を踏まえ、昨年度より合同開催したものであり、大変有意義な取組みであると言えます。また、現地開催のみならず、オンライン配信も行うハイブリット形式をとっており、遠隔地の方など多くの方々が参加できる機会が増え大変好評です。

講演会では、基礎知識としての電磁波の概要説明から始まり、電力設備を所管する経済産業省、電波を所管する総務省がそれぞれの取組内容を説明したほか、実環境における電波レベルの測定結果について国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、「NICT」という）が講演し、「電磁波（電磁界）の健康影響についてWHOの見解を紹介します」と題してJEIC大久保所長が講演しました。また、参加者からいただいた質問にも丁寧に回答しました。

全国6都市（富山市、盛岡市、名古屋市、広島市、奈良市）で開催された今年度の講演会ですが、参加者数は昨年度の972名に対し784名と減りましたが、参加者からの質問数は昨年度の336件に対し352件と増えており、依然として電磁波の健康影響に対する関心の高さが窺えます。特に、電力設備や家電製品などの低周波電磁界に関する質問内容が全体の約23%に

対し、携帯電話・Wi-Fi・基地局など電波に関する質問内容が約24%と多く、昨年度同様にデジタル機器の浸透が反映された形となりました。

また昨年度に引き続き会場受付周辺でのポスター発表も行いましたが、こちらも大変盛況でした。JEICでは、電力設備、家電製品、太陽光発電などから発生する磁界の測定結果の紹介と磁界測定の実体験のほか、磁界測定器貸出サービスの説明を行いました。また、NICTでは電波の測定器の仕組みや測定結果について説明を行いました。このポスター発表について、電磁波に関する理解をより深めていただくことを目的に始めたものですが、講演開始前、休憩時間など空いた時間を利用し多くの方々に参加していただき、ポスター説明者に直接質問する中で理解促進につながることから、今後も継続していきたいと考えています。

講演会への参加者からのアンケートでは、「これまでこういった情報に触れる機会がなかった」、「丁寧な説明を聞いて安心した」というお言葉を頂戴しており、7割以上の方々から満足、やや満足と評価をいただくなど、電磁波に対する国民の漠然とした不安感を低減するという観点から一定の効果があったものと推察されます。

今後も中立的な立場から、電磁波に関する科学的な情報を分かり易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、電磁波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ことに努めてまいります。

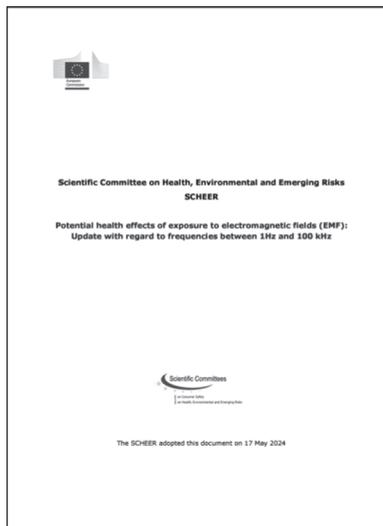
低周波領域の電磁界に対する

欧州委員会科学委員会
(SCHEER)の最終意見書

大久保 千代次

前々号のJEIC NEWS 70号(2024年8月発行)では、欧州委員会の科学諮問機関の一つである「保健・環境・新興リスクについての科学委員会(SCHEER)」が2023年10月に発表した、1Hzから100 kHzまでの低周波領域の電磁界に関する予備的意見書(リスク評価案)について紹介しましたが、2024年5月付(実際には2025年1月14日付)に最終意見書が発表されました。

70号の予備的意見書に比べて多少表現が変わりましたが、骨子は変わりません。正式な表題は、「電磁界(EMF)へのばく露による潜在的な健康影響：1Hzから100kHzの周波数に関する最新情報」です。



報告書作成の「背景」と「SCENIHR (2015年)の意見の要約」については、70号に詳しく説明しましたので、参考資料を含めここでは省略します。

意見の要約

① ばく露レベル

ヨーロッパにおける一般住民の低周波電磁界へのばく露は、EU理事会勧告1999/519/ECで推奨されている制限値を下回っています。

② 相互作用のメカニズム

メラトニン仮説、ラジカルペアメカニズム、酸化ストレス、エピジェネティック効果についての系統的レビューやメタ分析は行われていません。疫学調査や生体内研究で提案された相互作用メカニズム(酸化ストレスや遺伝的/エピジェネティック効果)は、超低周波磁界が健康リスクをもたらす可能性を示唆していますが、その証拠は弱いです。

提案：電磁界と生体物質の相互作用メカニズムを明らかにするためには、標準化されたばく露条件や最適化された細胞株を使用し、生体内モデルに外挿可能な研究が必要です。

③ 超低周波電磁界の健康影響

● 自己申告症状

超低周波電磁界ばく露と自己報告された症状との

関連についての系統的レビューやメタ分析は特定できませんでした。したがって、SCENIHR (2015年) の評価を更新できませんでした。超低周波磁界ばく露と自己報告された症状との因果関係については説得力のある証拠はありません。

●小児白血病

白血病と超低周波電磁界ばく露に関する系統的レビューが主に症例対照研究に基づいて発表されましたが、超低周波磁界ばく露では一貫した中程度のリスク推定値が示されたものの、ばく露量反応曲線を確立するには証拠が不十分でした。小児白血病に関しては、疫学研究による証拠の重みは弱いものから中程度です。一方、大半の研究で使用された動物モデルは小児白血病の研究には適切ではないため、この証拠からの証拠は弱いです。さらに、超低周波磁界ばく露による腫瘍の誘発に関する相互作用メカニズムからの証拠も弱いです。したがって、全体として、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です。

●神経変性疾患

職業的超低周波電磁界ばく露と筋萎縮性側索硬化症 (ALS) との関連については中程度の証拠がありますが、職業的超低周波電磁界ばく露とアルツハイマー病、認知症との関連については弱い証拠しかありません。居住地ばく露とこれらの神経変性疾患との間には不確かさから弱い証拠しかありません。電磁界ばく露とパーキンソン病または多発性硬化症との間に有意な関連性は認められません。

●神経生理学のアウトカム

超低周波電磁界ばく露と神経生理学のアウトカムとの関連については、系統的レビューやメタ分析は特定できませんでした。したがって、潜在的な影響について確定的な結論を導くことはまだできません。

●妊娠・生殖

利用可能な系統的レビューやメタ分析は、超低周波電磁界ばく露と妊娠または生殖結果との関連性を示していません。

④ 中間周波電磁界の健康影響

中間周波電磁界ばく露の健康影響に関する証拠の重みは、矛盾した情報があるために不明です。人間を対象とした研究に基づいても、決定的な結果には至っていません。

⑤ 低周波電磁界の環境への影響

動物や植物が環境中の人工的な発生源に近接している場合、超低周波電磁界へのばく露は人間よりも高くなる可能性があります。さらには、動物や植物は人間にはない受容体や構造を持っているため、種特有の生物学的影響が生じる可能性があります。

注：意見書の原文 (英語) では、low frequency (低周波) とextremely low frequency (超低周波) が混在して使用されています。そのため、本訳文でも原文に忠実に訳出しています。

参考資料

Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER). Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF): Update with regard to frequencies between 1Hz and 100 kHz - 2024 05 17
https://health.ec.europa.eu/document/download/85ef39d5-49dc-4b5a-b875-54e578d1d2bc_en

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

中間周波(intermediate frequency : IF) 磁界の研究

一般財団法人電力中央研究所 西村 泉

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おり、生物研究については、1980年代に送電線などから生じる商用周波(50, 60 Hz)の磁界が健康に影響を与えるのではないかと、という懸念が世界的に生じて以来、実験動物や細胞を用いて商用周波磁界の生物影響を評価する研究を行っています。加えて2000年以降は、電化製品などから生じる中間周波(IF: 300 Hz-10 MHz)帯の磁界についても研究してきました。本号では当所が行ってきたIF磁界の研究について紹介し、次号では商用周波磁界の研究をご紹介します。

研究の背景

生活環境でIF帯の磁界や電磁波を利用する場面として、コイルから発する磁力線によって鍋などの底を加熱するIH調理器や、対になったコイル間を電波

でつないで無線充電(ワイヤレス電力伝送: WPT)を行うスマートフォン、店舗の出入口に設置して商品タグとの電波通信によって商品監視を行う電子装置(EAS)の使用などがあります。IF帯を利用する機器が普及してくる一方、商用周波磁界への不安を背景に、IF磁界が健康に何らかの影響を及ぼす可能性についても注目され始めました。しかし、2000年代の初頭には、それを明らかにする研究は世界中でほとんど行われていませんでした。

世界保健機関(WHO)は2005年2月に情報シート「中間周波(IF)」を発刊し、「これらの(IF電磁界を発生する)機器は現在では消費者市場や産業界市場への浸透が大きいため、IF電磁界がヒトの健康に及ぼす影響を評価することは重要」と指摘しました。また、2007年6月に発刊した環境保健クライテリア No.238「超低周波電磁界」では、「健康リスク評価のための十分なIFデータベースを構成するための一般的な要件には、ばく露評価、疫学研究、ヒト実験室研究、動物および細胞(in vitro)研究が含まれる」と指摘しました。

当時わが国では、身近な家電製品であるIH調理器

の使用に伴う妊婦や胎児への磁界の影響について関心の拡がりがあり、当所ではWHOが指摘する研究の必要性を踏まえ、IF磁界の研究に着手しました。商用周波磁界の研究で培った基盤技術を活用し、実験動物や細胞を用いた生物影響の評価手法と、大学やメーカーと共同で開発した高性能な磁界ばく露装置を組み合わせ、研究所の資金による自主的な研究として実施しました。

健康リスクに係る研究

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ほ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。両者の差が少ない場合やばく露量が閾値を上回る場合は、ガイドラインの策定や規制の実施などにより、リスクを適切に管理する必要があります。このように、信頼に足る科学的知見を得ることで、正確なリスク評価と適正なリスク管理が可能となります。

食品や医薬品の分野では安全性に係る非臨床・前臨床試験の信頼性を確保するため、優良試験所規範(GLP)という厳密な品質基準があります。電磁界の分野ではWHOから「品質の高い電磁界研究に関するガイドライン」、わが国の総務省から「生体電磁環境の影響評価のための研究の手引き」といった、研究の品質に関する指針が示されています。研究の品質は研究結果の信頼性を担保するもので、学術論文を精査してリスク評価につなげるシステムティック・レビューや、生物学的な閾値の導出やドシメトリ(数値シミュレーションによるばく露量評価)に基づくばく露ガイドラインの策定において重要視されています。当所では研究の品質に留意し、健康リスク評

価に資する成果の創出に尽力してきました。

これまでの研究成果

一般的に化学物質などで健康リスクが未解明の場合は、まず一般毒性として急性影響が出る大まかなばく露用量を把握します。影響がある場合は標的となる臓器を特定するとともに、主要な3毒性である発がん性・変異原性・生殖毒性について実験動物や細胞を用いた試験を行い、被験物質の有害性ならびに生物影響との用量-反応関係を評価します。そのため、IF磁界についてもそれらの毒性を中心に研究を実施し、特に、人々の関心があった妊娠や胎児への影響を詳細に調べました。具体的には、ラットを用いた一般毒性(急性・亜慢性)、生殖発生毒性(着床前期・器官形成期)、マウスを用いた発がん性(短期)と、発がんのメカニズムに係る変異原性として細胞や微生物を用いた遺伝毒性および非遺伝毒性について、いずれも国際的な公定法を参考にして試験を実施しました。胎児への影響に関連する試験として、先行する陽性研究があった鶏胚による胚毒性試験も実施しました。

ばく露磁界は20 kHzと60 kHzで、いずれもIH調理器で利用される周波数です。波形は定義が明確な正弦波としました。ラットやマウスを用いた試験では最大200 μ Tの磁界をばく露しました。これは国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の電磁界ばく露ガイドラインにおける、IF帯での一般公衆に対するばく露制限値(参考レベル:27 μ T)を一桁上回る強さで、ラット・マウス用に開発したばく露装置の最大強度です。細胞や微生物、鶏胚による試験では、更に強い磁界が発生可能な小型のばく露装置を用いて、20 kHzで最大1,100 μ Tの磁界をばく露しました。動物用と細胞用のいずれのばく露装置も、多数の動物や細胞に均一な磁界を長時間連続でばく露できます。両方のばく露装置の外観を図に示します。

実験動物を用いた試験では、生物指標を検査する実験者には動物個体のばく露の有無を知らせずに検査を行う盲検法を採用し、先入観の影響を防ぐこと

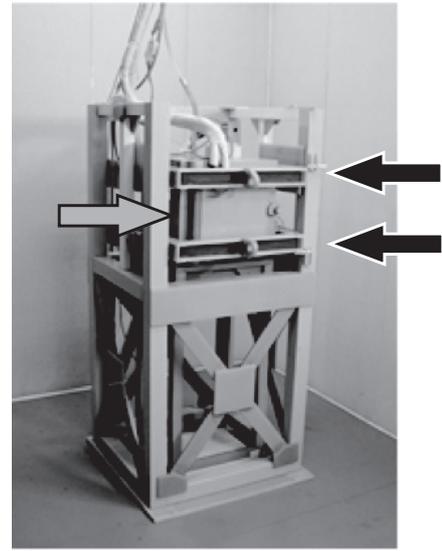
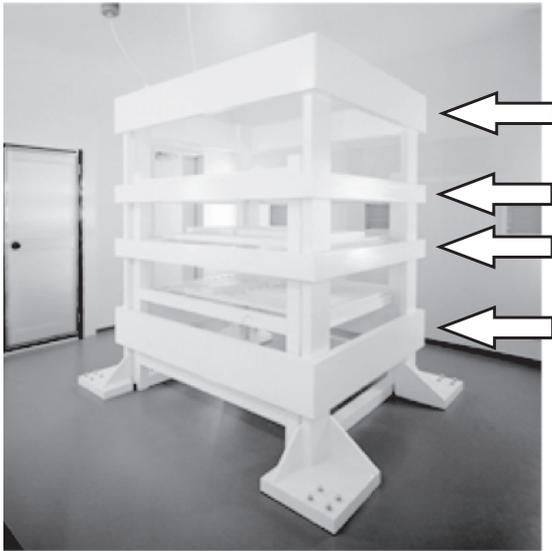


図 中間周波磁界ばく露装置(左はラット・マウス用；右は細胞・鶏胚用)の外観

磁界を発生する矩形の多重コイルは、ラット・マウス用(白矢印)が1辺1.5mで4本、細胞・鶏胚用(黒矢印)が1辺0.55mで2本。磁界は鉛直方向に発生し、コイル中央のばく露空間における磁界分布は一樣(平均値±5%以内)。ラット・マウス用はコイル中央に棚が3段あり、そこに実験動物を入れた飼育ケージを載せて、動物に磁界をばく露。細胞・鶏胚用は中央に細胞や鶏胚を培養、孵卵するインキュベーター(灰矢印)があり、そこに生物試料を入れて磁界にばく露。

で結果の信頼性を担保しました。また、同一条件での試験を繰り返し実施し、結果の再現性を確かめました。その結果、いずれの毒性試験においても、各実験条件下では磁界のばく露に起因する異常はありませんでした。実施した各試験の主な特徴を表にまとめます。研究の詳細については、末尾に記した2冊の広報紙「電中研ニュース」や電中研ニュースNO.489(2019)の末尾に示した原著論文を参照してください。

学術誌におけるレビュー

国際的な学会誌におけるIF磁界研究のレビューとして、Bodeweinら(2019)とLeeら(2023)の総説があります。それらの論文では、当所の研究は以下のように参照され、レビューがまとめられています。

- Bodeweinら(2019)は、2017年8月までにEMF-Portalに収録されたIF磁界に関する論文を検索し、収集した819報のヒト・動物・細胞研究についてシステマティック・レビューを行いました。

た。収集した論文から、適切な研究を同定・選択・評価する方法論であるPRISMA声明に沿って56報を抽出し、OHATアプローチを使って研究の品質を3段階(tier)に分類しました。その結果、当時までに当所が公刊したIF磁界の学術論文7報は全てレビュー対象に採択され、うち5報が最高ランクの1st tierに評価されました。レビューの結論には「IF電磁界の生物影響についての結論を導くには、有害な影響に関する証拠の質が依然として不十分である」と記されています。

- Leeら(2023)は、1988年1月から2021年8月までに公刊されたIF磁界の動物研究239報のうちラット・マウスによる研究159報について、実験手法や論文形式の観点から38報を選出して精査しました。当所の研究は4報全てが精査の対象となりました。レビューの結論には「ほとんどの研究はIF磁界の無害性を示唆しているが、発達段階でのばく露や長期ばく露後に幾つかの悪影響が報告されており、(中略)最新の生物医学的ツールを使った更なる研究が必要である」と記されています。

表 電力中央研究所におけるIF磁界研究の概要

評価内容 【ばく露対象／実験群構成／供試数／繰り返し試験】		
ばく露期間	主な検査項目	試験の特徴と結果の概要
一般毒性 【雌雄ラット／磁界ばく露・対照／1群雌雄各12匹／ばく露条件毎に2回】		
急性毒性：14日 亜慢性毒性：90日 1日22時間連続	剖検・器官重量・血液学的検査・血液生化学的検査・病理組織学的検査など	磁界ばく露実験以外に、ばく露群と対照群における飼育環境の相同性を確認するため、ばく露群のコイルに通電しない疑似ばく露実験も行った 試験の結果、IF磁界に一般毒性はなかった
生殖毒性 【雌雄ラット／磁界ばく露・対照／1群雌雄各24匹／ばく露条件毎に2回】		
雌：交配前14日から妊娠7日 雄：交配前14日から交配 1日22時間連続	雌：性周期・交尾率・受胎率・妊娠動物数、黄体数・着床数・死亡胚数など 雄：精子数・精子運動性・精子異常率など	交配前から着床までの間に生じる、不妊や流産など雌の妊娠や出産に関する異常や、両性における生殖器官や生殖機能の異常を評価した(着床前期試験) 試験の結果、IF磁界に生殖毒性はなかった
発生毒性 【妊娠雌ラット／磁界ばく露・対照／1群25匹／ばく露条件毎に2回】		
雌：妊娠7から17日 1日22時間連続	胎児：死亡数・性比・低体重児数、外表異常・骨格異常・骨格変異・仮骨進行度など 雌親：血液学的検査・血液生化学的検査、黄体数・着床数・死亡胚数など	着床以降、器官が形成されるまでの間に生じる、奇形や低体重などの胎児の異常と、雌親における異常を評価した(器官形成期試験) 腹効果 [※] を考慮し、群当たりの異常な胎児数ではなく、異常な胎児を持った雌親数で評価した 試験の結果、IF磁界に発生毒性はなかった
胚毒性 【鶏胚(有精卵)／磁界ばく露・対照・催奇形性物質投与／1群60個／ばく露条件毎に3回】		
発生開始から2, 7, 11, 19日 1日24時間連続	初期胚：生死・体節数・発達遅延・形態異常など 発生段階が進んだ胚：外表異常・内臓異常・骨格異常・翼長・脚長・嘴長など	雌親の関与(腹効果)を排除し、胚のみについて、発生開始から成体になるまでの間に生じる形態学的な異常を評価した 奇形を誘発する化学物質を投与した後に磁界をばく露する実験も実施した 試験の結果、IF磁界に胚毒性はなかった
遺伝毒性・非遺伝毒性 【細胞・微生物／磁界ばく露・対照／1群3シャーレ／ばく露条件毎に5回】		
遺伝毒性：24から48時間 非遺伝毒性：10日 1日24時間連続	遺伝毒性：微生物を用いた突然変異試験・マウスリンフォーマ試験・小核試験・染色体異常試験・酵母による遺伝子変換 非遺伝毒性：形質転換試験	客観的な計測値(コロニー数など)で評価するため、盲検法は採用しなかった 試験の結果、IF磁界に遺伝毒性および非遺伝毒性はなかった
発がん性 【雌雄マウス／磁界ばく露・対照・陽性対照／1群雌雄各25匹／2回】		
6週齢から26週間 週7日 1日22時間連続	生死・剖検・器官重量・血液学的検査・病理組織学的検査(腫瘍性病変/非腫瘍性病変/過形成)など	ヒトのがん遺伝子を導入した遺伝子改変マウスを用いた、半年で発がん性を評価できる短期発がん性試験 試験の結果、IF磁界に発がん性はなかった

一般毒性・生殖毒性・発生毒性の各試験では、20 kHzが200 μ T(rms)、60 kHzが100 μ T(rms)の磁界をばく露した。
胚毒性・遺伝毒性・非遺伝毒性の各試験では、更に強い20 kHzが1,100 μ T(rms)、60 kHzが110 μ T(rms)の磁界をばく露した。
加えて、遺伝毒性と非遺伝毒性試験では、2 kHzで910 μ T(rms)の磁界もばく露した。
発がん性試験では、20 kHzの磁界のみをばく露した。

注)：評価対象の胎児ではなく雌親に有害な影響が生じた場合、異常がその親の胎児全体(ひと腹全部)に及んでしまうこと。

健康リスク評価の現状

当所は20年以上に亘り、IF磁界の健康リスクに係る生物影響について様々な研究を実施してきました。動物や細胞を用いた実験研究の成果は、WHOが環境保健クライテリアNo.238で必要性を指摘した健康リスク評価に資する科学的知見の蓄積において、一定の貢献を果たしてきたと考えています。一方で、最新のリスク評価書（低周波領域の電磁界に対するSCHEERの最終意見書（2024））におけるIF各論での結論（5.4.6項）では、「（IF磁界に関する）動物実験や細胞研究による知見はあるものの、ヒトを対象とした研究はないため、全体的な証拠の重み付けを評価することは不可能である」と記されています。健康リスク評価には様々なアプローチの研究が必要で、ヒトにおける影響を調査する疫学研究の知見も重要です。JEIC NEWS No.66にある通り、IF磁界に関しても総務省の生体電磁環境研究をはじめとして幾つかの疫学研究が実施されており、ヒトにおける知見も蓄積しつつあります。

今後の研究

現在、当所では、IF磁界に関しては健康リスクに係る研究から軸足を移し、ばく露制限値の策定に係る生体作用の研究に取り組んでいます。今日までの多くの研究から、確立されたIF帯を含む低周波帯（1 Hz-100 kHz）の磁界の生体作用として、刺激作用が知られています。このため、ICNIRPの低周波電磁界ばく露ガイドラインやわが国の電力設備から生じる商用周波電磁界の規制値は、神経系への刺激作用の閾値に基づいています。ところがIF帯については、WPTなどの製品で用いられる磁界より低い周波数での閾値の知見を100 kHzまで外挿したばく露制限値になっています。このため、直接、製品が使用する周波数における刺激作用の閾値を求める研究を実施しています。今後は、人体防護のガイドラインにおけるばく露制限値の精緻化や合理性を高めることに貢献できる知見の創出に努めていきたいと考えています。

参考資料

電中研ニュース NO.471, 2012. Oct. <https://criepi.denken.or.jp/koho/news/den471.pdf>

電中研ニュース NO.489, 2019. Dec. <https://criepi.denken.or.jp/koho/news/den489.pdf>

Bodewein et al., 2019. Systematic review on the biological effects of electric, magnetic and electromagnetic fields in the intermediate frequency range (300 Hz to 1 MHz). *Environ Res* 171, 247-259. doi: 10.1016/j.envres.2019.01.015.

Lee et al., 2023. Effects of intermediate frequency electromagnetic fields: a review of animal studies. *Int J Radiat Biol* 99(2), 166-182. doi: 10.1080/09553002.2022.2094016.

SCHEER, 2024. Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF): Update with regard to frequencies between 1 Hz and 100 kHz. https://health.ec.europa.eu/document/download/85ef39d5-49dc-4b5a-b875-54e578d1d2bc_en

Saito et al., 2017. Non-conductive and miniature fiber-optic imaging system for real-time detection of neuronal activity in time-varying electromagnetic fields. *Biosens Bioelectron* 87, 786-793. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.09.024>

Saito et al., 2018. Real-time detection of stimulus response in cultured neurons by high-intensity intermediate-frequency magnetic field exposure. *Integr Biol (Camb)* 10(8), 442-449. doi: 10.1039/c8ib00097b.

高圧直流送電線から発生する 直流磁界の大きさについて

管理・受託グループ 川辺 史明

目的

近年では、卸電力取引の活性化、災害に対する耐性強化、再生可能エネルギー導入拡大といった新たな視点で、異なる供給区域の設備を相互に接続する送電線である地域間連系線の更なる増強が行われており、高圧直流送電線 (HVDC) の新設や増強も行われています。加えて、電力広域的運営推進機関の「広域系統長期方針」によると、新たな高圧直流送電線計画の具体化が見込まれており、高圧直流送電線が今後も増加すると想定されます。また、欧州においても高圧直流送電線は増加しています。これらのことから、直流送電線から発生する磁界 (以下、直流磁界) による健康影響や生態系への影響について一般市民の関心が高まることが予想されます。一方で、直流磁界の測定に関する報告は国内において限られてい

ます。そこで、今回日本国内に存在するすべての直流送電線 (北海道-青森間2線路、岐阜-長野間1線路、徳島-和歌山間1線路の計4線路) において直流磁界測定を行いました。なお、本内容は、2024年3月に開催された令和6年電気学会全国大会および2024年6月に開催されたBioEM2024 (ギリシャ、クレタ島ハニア市) で発表しております。

直流送電線について

直流送電は、送電線の距離が長くなると、交流送電に比べて送電ロスが少ないためコスト上の利点があるため、長距離送電では直流送電が採用されることがあります。また、直流送電線は交流送電線と異なる外観をしています。交流送電線は3本の電線を1組とする (図2) 三相交流回路によって構成されてい

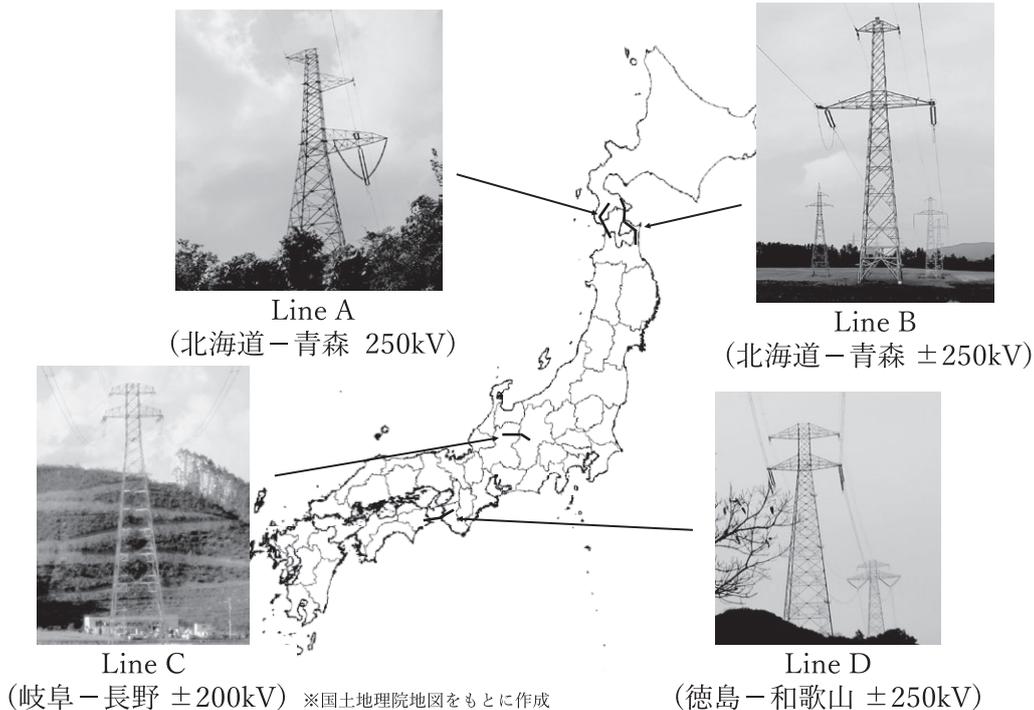


図1 日本国内の高圧直流送電線

図2 交流送電線

図3 直流送電線

るのに対して、直流送電線は2本の電線を1組として構成されています(図3)。

直流送電線から発生する磁界の測定

測定器は、JIS C 1910-1:2017に準拠し、定期的に校正している直交3軸の直流磁界測定が可能なフラックスゲート型磁界測定器((株)エムティアイ製 FM-3400A)を使用し、JIS C 1910-2:2017に準拠して、架空送電線の真下および地中送電線のケーブルの真上において、高さ1.0mの位置で測定を行いました。

測定場所については、直流磁界はセンサーの周囲に金属製の物があるとそれらの影響を受けて測定値が変化してしまうため、周囲に金属製の物がない場所(4線路で計38箇所)を選定して測定を行いました。

また、直流磁界は通常の交流送電線から発生する

商用周波磁界(50Hz、60Hz)とは異なり、静磁界(OHz)に分類されます。詳しくはJEICウェブサイト(<https://www.jeic-emf.jp/public/story/around/e-waves.html>)をご覧ください。静磁界は地球からも発生しており、地球から発生しているものを地磁気と言います。現在の日本では平均して約46 μ T(マイクロテスラ)です。場所によって異なりますので、詳しくは、国土地理院のウェブサイト(https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/geomag_index.html)で確認することができます。直流磁界と地磁気は区別して測定できないため、測定された値は合算値となります。

測定結果

表1に測定結果を示します。測定値は39.7 ~ 154.8 μ T(地磁気を含む)でした。HVDCから離れた場所で測定した地磁気は46.6 ~ 50.6 μ Tでした。静磁界の国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の一般公衆へのばく露制限値は400,000 μ T(400mT)です。

地磁気は大きさと方向を持つベクトル量で、直流磁界も大きさと方向を持っているため、地磁気と足し合わされたり、打消しあったりします。

まとめ

直流送電線から発生する磁界は、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)の一般公衆へのばく露制限値400,000 μ Tに比べ十分低く、また地磁気とほぼ同程度であることが確認できました。

表1 測定結果

送電線	測定場所	測定値(μ T)	ガイドライン値(μ T)	地磁気(μ T)
Line A	架空送電線の真下	48.3 ~ 50.6	400,000 (400mT)	49.0 ~ 49.5
	地中ケーブルの真上	39.7 ~ 45.4		49.0 ~ 49.5
Line B	架空送電線の真下	50.8 ~ 54.2		48.9 ~ 50.4
	地中ケーブルの真上	45.1 ~ 65.8		49.5 ~ 50.6
Line C	架空送電線の真下	48.9 ~ 59.4		46.6 ~ 47.8
Line D	架空送電線の真下	47.8 ~ 49.3		46.38 ~ 47.9
	地中ケーブルの真上	154.8		46.8

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 / □ |
| ● 法人賛助会員 (2号会員) | 年会費 1万円 / □ |
| ● 個人賛助会員 (3号会員) | 年会費 3千円 / □ |

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

「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年3回発行しています。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)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。

皆さまの声をお待ちしています。

編集後記

今回のJEICレポートでは、(一財)電力中央研究所の西村さまに寄稿をお願いし、「電磁界の生物影響評価研究について(中間周波(intermediate frequency : IF)磁界の研究)」と題して、中間周波磁界に関する研究が少ない中での、電力中央研究所の先進的な取り組みについてご紹介することができました。

また、引き続き、電力中央研究所の低周波磁界に関する研究について、次号でご紹介しますので、お待ちください。

引き続き、みな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.72 2025(令和7)年4月22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/>

