

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2019年8月発行

No.

55

Index

●
P2～3

巻頭言

新任のご挨拶

●
P4～10

EMFトレンド情報 1

国際がん研究機関 (IARC)

モノグラフ前文の改定について

●
P11～12

JEICレポート①

CIGRE Symposium Aalborg, Denmark

CIGRE シンポジウム参加報告

●
P13

JEICレポート②

令和元年度経済産業省主催「電磁界の健康影響に関する講演会」

●
P14～15

コラム

ヒトは磁気を感じるか



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ージャー 表 智康

7月初旬に情報調査グループに着任しました表と申します。東京での勤務は約20年振りとなり、東京駅周辺はもちろんのこと、街そのものが大変速いスピードで変貌していることに驚いています。加えて、来年夏に開催される東京オリンピック関連の工事が至るところで実施されているのを目にすると、更に街が大きく変わろうとしていることを実感している日々です。個人的には、早く都会での生活に慣れようと思っています。

着任してすぐに、前年度までの電磁界情報センターのホームページへのアクセス数を確認したところ、2018年度のアクセス数は過去最大となっていました。これは2017年度にホームページのデザインを見直した影響もあると思われるものの、電磁界について興味を持っておられる方が数多くおられることを改めて認識しました。

電磁界情報センターの理念・目的を改めて確認すると、『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間のリスク認知のギャップを縮小する。』とホームページに記載されています。この理念・目的からも推察できるとおり、専門性、中立性・透明性、わかりやすさが大変重要となることを実感しています。

情報調査グループの役割は国内外の電磁界に関する情報を調査・収集・整理・分析することが主な業務となっています。また、必要に応じて不足している情報について自ら測定などを行

うことによって情報の幅を広げていく必要もあります。この原稿の執筆段階である現在は、このセンターに今まで蓄積されてきた情報を読み返しながら、最新の電磁界に関する知識を吸収しているところです。まずは自らの専門的な知識を高め、その知識を使って中立性・透明性を意識しながら、わかりやすい情報発信を心がけていきたいと考えています。

2019年度の情報調査グループの業務計画の中で、一つ目として廉価な磁界測定器や磁界測定アプリ等の一般向けに市販される測定ツールの精度確認を挙げています。当センターでは日常的に磁界測定器の貸し出しをおこなっており、その件数は年々増加しています。また、お問合せの中には、個人で購入した磁界測定器やスマートフォンの測定アプリに関するものも寄せられています。そのため、当センターとしては、様々なお問合せに対処するためにそれらの性能を事前に確認し、リスクコミュニケーションのための知見を高めておく必要があると考えています。

二つ目として、これまでのお問合せ対応内容等を踏まえ、これまでにJEICで測定を実施していない電磁波発生源を対象として、磁界測定の検討・実施を挙げています。こちらについては現在、測定する対象を検討中で、今後計画を立てていくこととなります。これらの活動を確実に実施し、当センターの知見を深めていくことが我々の役割であると考えています。

今後とも、電磁界情報センターの活動に対し、ご理解・ご支援のほどよろしくお願いいたします。

新任のご挨拶

情報提供グループ 木下 浩一

7月1日付けで情報提供グループに着任しました木下と申します。

学生時代以来約20年ぶりの関東生活となりますが、田舎者の私にとって、都会の人の多さ、街が変化する速さに改めて驚いているところです。出身は長野県ですが、初めての単身赴任になりますので、都会に早く慣れ、仕事、プライベートともに充実した生活を送りたいと考えています。

着任して数週間が経ちましたが、毎日のようにお問い合わせや磁界測定器の貸し出し依頼の電話がかかってきます。過度に不安を抱いている方、悲痛な声で助けを求めてこられる方、子供の自由研究のため磁界測定器の貸し出しを要望される方など様々です。中には直接電磁界情報センターへ来所される方もおりますが、先日、来所された70代の女性の方から感じたことを紹介します。

その方は、インターネットで「電磁波」という言葉を見てから不安になり、手がかりを求めて、遠方から飛行機で電磁界情報センターへ来所されました。本やインターネットあるいは人から伝え聞いたことをノートにびっしりとメモされていましたが「調べれば調べるほど、何が真実なのかわからなくなった」と仰っていました。また、磁界測定器を買おうと秋葉原に行っ

たそうですが、さまざまなものが溢れて、どれがよいのかわからないとも言っておりました。そこで、たまらず電磁界情報センターの門をたたいたそうです。30分程度その方とお話しましたが、私の知識がまだ十分では無いながらも、相談者様の話をよく聞き丁寧な説明を心掛けたことで、最後は、「ここへ来て本当に良かった」と仰って帰られました。最初は不安そうに話されていましたが、最後には穏やかな顔になったのがとても印象的でした。

言い過ぎかもしれませんが、電磁界情報センターでは、正確な情報をお伝えするだけではなく、困っている方への不安解消から心のケアまで可能なのではないかと感じました。半面、昨今は様々な情報媒体があふれ、容易に情報を入手できますが、信頼できる情報だけを選択できるのは一般人では困難だと改めて認識した次第です。

これからはもっといろいろな経験をしたいと思います。お問い合わせいただく方一人一人に真摯に対応しながら、情報提供グループとして、電磁界情報センターの活動範囲を広げられるよう業務に取り組んでいきます。

まだ不慣れで若輩者ではございますが、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

国際がん研究機関（IARC）

モノグラフ前文の改定について

電磁界情報センター 専門家ネットワークメンバー 宮城 浩明

国際がん研究機関(International Agency for Research on Cancer : IARC)は、「ヒトに対する発がんハザード¹の同定についてのIARCモノグラフ(Monographs : 総覧)」をこれまでに数多く発刊しています。IARCは2019年1月、このモノグラフの前文(Preamble、以下「前文」と表記)の改定版を発表しました。この前文には、モノグラフの目的及び対象範囲、モノグラフ作成の際に用いられる科学的原則及び手順、検討される証拠の種類、評価のガイドのための科学的クライテリア(criteria : 規準、行動規範)が記述されています。本稿では、この前文の内容を概説します。

IARCとは

IARCは、世界保健機関(WHO)のがんに特化した組織で、1965年に設立されました。IARC本部は、WHO本部のあるスイスのジュネーブから直線距離で約110 km離れたフランスのリヨンにあります。この距離のゆえか、IARCは独立性が高く、WHOと異なる見解を発表することがあります²。

IARCの目的は、①がん研究における国際協調の促進：疫学・実験科学・生物統計学を束ね、がんの原因

を同定(identify : 確認する、見分ける、見極める、鑑定する、証明する、他のものと識別する)し、それによって予防措置(preventive measures)を採用し、疾病負荷(burden of disease)と関連する苦痛を低減できるようにすること、②環境及び生活様式におけるがんのリスク要因の役割を解明し、それらと遺伝的バックグラウンドとの相互作用を、人口集団ベースの研究と適切な実験モデルで調査することを重視しています。これは、ほとんどのがんは直接的または間接的に環境要因と関連しており、それゆえに予防可能である、という理解を反映しています。加盟国は、ドイ

¹ 筆者注記：「ハザード(hazard:危険性、有害性)」とは、ヒトに危害を及ぼす可能性のある因子をいいます。一方、「リスク(risk:危険度)」とは、ハザードによって生じる恐れのあるけがや疾病の重篤度とその発生する可能性の度合いをいいます。例えば、タバコは肺がんや心血管疾患等の疾病の「リスク」を生じる可能性のある「ハザード」ですが、喫煙という行為に及ばなければ、タバコ自体が「リスク」を生じることはありません。

² 筆者注記：例えば、IARCが2015年10月に加工肉・赤肉の発がん性分類(グループ1)を発表*した数日後、WHOは「IARCの最新のレビューは、人々に加工肉を食べないように求めるのではなく、加工肉の摂取を減らすことで結腸直腸がんのリスクを減らすことができることを示すものである」との声明を発表しています**。

* IARC Press Release No.240. 26 October 2015. IARC Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat. https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr240_E.pdf (accessed 2019.08.01)

** WHO Statement. 29 October 2015. Links between processed meat and colorectal cancer. <https://www.who.int/mediacentre/news/statements/2015/processed-meat-cancer/en/> (accessed 2019.08.01)

ツ、フランス、イタリア、英国、米国(以上は設立当初から)、オーストラリア、オーストリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、デンマーク、フィンランド、ハンガリー、インド、イラン、アイルランド、日本、モロッコ、ノルウェー、オランダ、カタール、韓国、ロシア、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコの27か国です(2019年8月時点)。

IARCの組織は、WHO事務局長・IARC科学評議会・IARCガバナンス評議会の下で所長(Director)が運営責任を負っています。所長の下に9つのセクションがあり、その中の1つである「証拠の合成及び分類(Evidence Synthesis and Classification: ESC)」セクションの下に「IARCモノグラフグループ(IARC Monographs Group: IMO)」があります。電磁界の発がん性に関連する各種研究(例えば、携帯電話使用と健康についての国際コホート研究(通称COSMOS)³⁾は、「環境及び放射線(Environmental and Radiation: ENV)」セクションの下で実施されています。

IARCモノグラフ・プログラム

IARCモノグラフ・プログラムの目的は、ヒトに対する発がんハザードを同定することです。同プログラムの対象には、化学物質(例:ホルムアルデヒド)、複雑な混合物(例:大気汚染)、職業的ばく露(例:コークス製造)、物理的作用因子(例:放射線)、生物学的作用因子(例:B型肝炎ウイルス)、生活様式(例:喫煙)が含まれます。

発がん性の評価は、IARCが世界中から招聘する独立した専門家で構成されるワーキンググループ(WG)が実施します。専門家は事前に、入手可能な科学的証拠(主に既刊の査読付論文)に基づいて文書を起草し、約8日間のWG会議で、対象の作用因子が発がんを生じるかどうかについての評価をとりまとめます。

WGは厳格なクライテリアに従って科学的証拠をレビューし、その作用因子が発がんを生じるという入手可能な証拠の強さを決定します。IARCはWGの事務局を務めます。

WG会議の前半で、サブグループ会議が以下のデータを批判的にレビューします。

- ・ 人々がその作用因子にばく露される状況
- ・ その作用因子にばく露されたヒトにおけるがんについての疫学研究(ヒトにおける発がん性の科学的証拠)
- ・ その作用因子で処理した実験動物におけるがんについての実験研究(動物における発がん性の科学的証拠)
- ・ その作用因子への応答においてがんがどのように発生するかについての研究(がんのメカニズムについての科学的証拠)

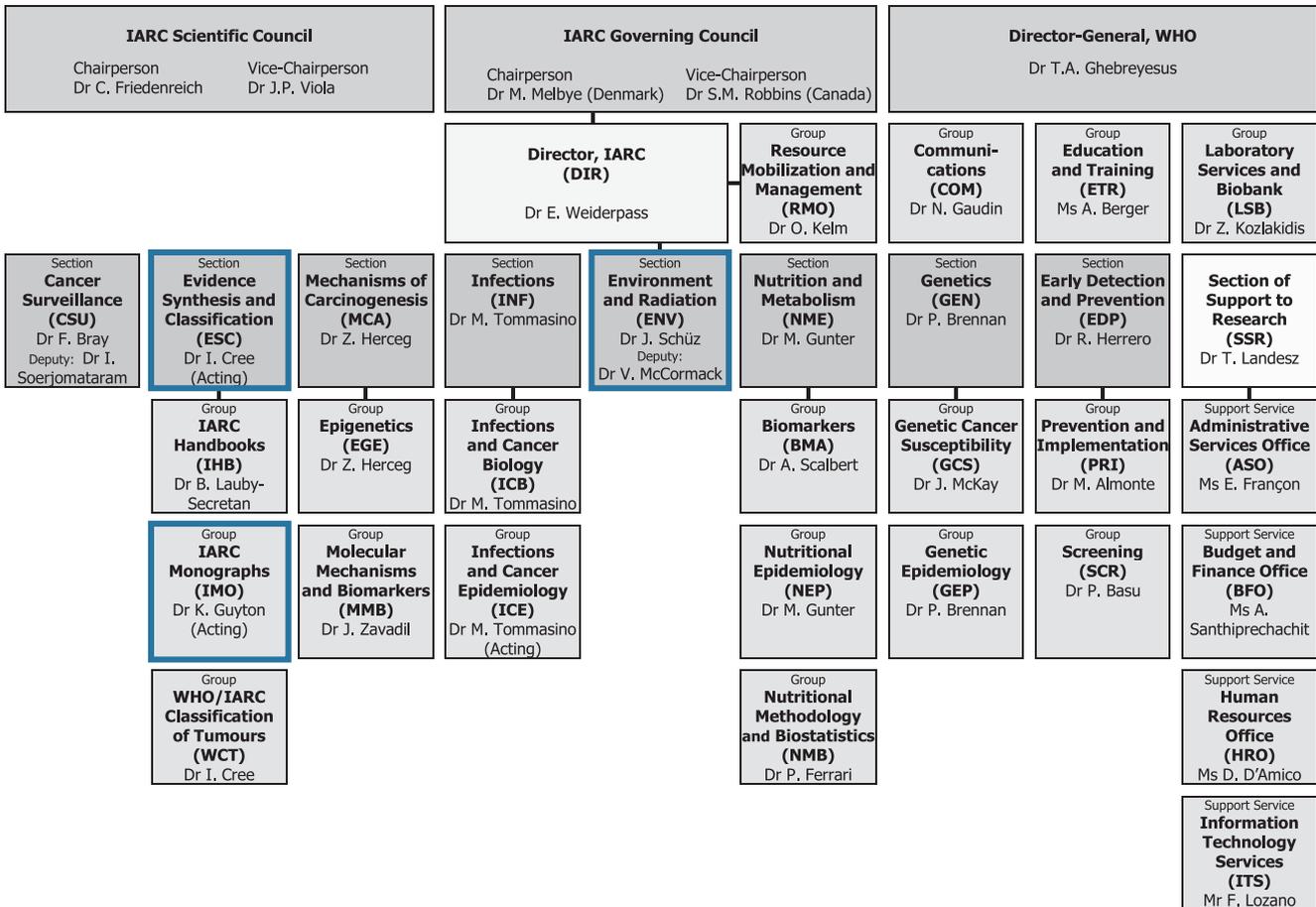
WG会議の後半で、WG全員がサブグループの評価を検討し、ヒトに対する発がん性についての全体的評価に統合します。

1971年以来、1000種類以上の作用因子が評価されており、そのうち400種類以上がヒトに対する発がん性について分類されています。ヒトに対する発がん性についてのIARCの分類は、ある作用因子が発がんを生じる可能性がある(即ちハザード)かどうかについての証拠の重みを示すものであり、その作用因子へのばく露の結果としてがんが生じる見込み(likelihood)(即ちリスク)の尺度となるものではない、という点に注意が必要です。IARCモノグラフ・プログラムは、ある作用因子の使用またはばく露のパターンがわかっており、リスクが非常に低い場合であっても、発がんハザードを同定することがあります。というのは、ある作用因子の新たな使用または予想外のばく露が、現在知られているリスクよりも高いリスクにつながるかも知れないことから、そ

3参考情報: http://www.jeic-emf.jp/whats_new/6586.html

International Agency for Research on Cancer World Health Organization

19 March 2019



IARCの組織図

(<https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2019/03/CHART-20190319.pdf> より転載)

のような発がんハザードを認識することは重要です。

IARCの評価は、各国の及び国際的な保健機関が潜在的な発がん因子へのばく露を予防するための対策を検討する際に利用されますが、IARC自身が規制、法律または公衆衛生への介入を推奨することはなく、それは個々の政府及び他の国際機関の役割です。

なお、今回のモノグラフ前文の改定に伴い、モノグラフのタイトルが従来の「発がんリスクの評価 (evaluation of carcinogenic risks)」から「発がんハザードの同定 (identification of carcinogenic hazards)」に変更されました。これは、モノグラフ・プログラムの内容が変化したのではなく、従来のタ

イトルが実態に即していなかったことから、これを是正したものです。

発がん性の証拠の分類

IARCモノグラフ・プログラムでは、「ヒトにおける発がん性の証拠」、「実験動物における発がん性の証拠」、「メカニズム (mechanistic : 作用機序) の証拠」に基づき、各種の作用因子の発がん性をそれぞれ以下のように分類しています。

[ヒトにおける発がん性の証拠]

- 発がん性の十分な証拠 (sufficient evidence of

carcinogenicity) : その作用因子へのばく露とヒトのがんとの間に関係が確立されている。即ち、偶然 (chance)、バイアス (bias : 偏り) 及び交絡 (confounding) ⁴ が合理的な信頼性をもって排除された研究において、その作用因子へのばく露とがんに関する証拠に正の関連が観察されている。

- 発がん性の限定的な証拠 (limited evidence of carcinogenicity) : その作用因子へのばく露とがんに関する証拠全体に観察された正の関連の因果的解釈は信頼し得るが、偶然、バイアス、または交絡が合理的な信頼性をもって排除できない可能性がある。
- 発がん性に関する不十分な証拠 (inadequate evidence of carcinogenicity) : 入手可能な研究では、その研究の質、一貫性、または統計的検出力が不十分なため、ばく露とがんとの間の因果関係の有無について結論を引き出すことができない場合、または、ヒトのがんに関するデータが入手できない場合 (に、この分類が適用される)。この決定につながる一般的な所見には次のものがある : (a) ヒトに関するデータがない、(b) ヒトに関するデータはあるが、品質または情報性の点で劣っている、(c) 十分な品質のヒトに関する研究はあるが、その結果は整合性がないか、結論に達していない。
- 発がん性がないことを示唆する証拠 (evidence suggesting lack of carcinogenicity) : ヒトが遭遇することが知られているばく露レベル全てを

対象とした幾つかの高品質の研究があり、それらの研究は、観察されたいずれのばく露レベルでも、その作用因子へのばく露と研究対象のがんとの間に関係を示さないことで相互に一貫性がある場合 (に、この分類が適用される)。バイアス及び交絡が合理的な信頼性をもって排除されており、研究は情報性が高いとみなされる。発がん性がないことを示唆する証拠という結論は、入手可能な研究で対象としたがんの部位、集団及びライフステージ、ばく露の条件及びレベル、及び観察期間に限定される。更に、調査されたばく露レベルにおける非常に小さなリスクの可能性は排除できない。

【実験動物における発がん性の証拠】

- 発がん性の十分な証拠 : 実験動物における悪性の新生物 (neoplasms、腫瘍 (tumor) と同義) の発生の増加、または、良性 (benign) と悪性 (malignant) ⁵ の新生物の適切な組み合わせの発生の増加に基づき、その作用因子へのばく露とがんとの間に因果関係が、(a) 2つまたはそれ以上の動物種において、あるいは (b) 異なる時に、または異なる研究機関で、及び / または異なる研究計画のもとで実施された1種類の動物種での2つまたはそれ以上の独立した研究において、確立されている場合 (に、この分類が適用される)。理想的には優良試験所基準 (Good Laboratory Practice: GLP) の下で、適正に実施された研究における、単一の動物種の雌雄両方での悪性新生物、または良性と悪性の新生

⁴ 筆者注記 : 疫学において、測定・評価しようとする対象の真の値と、実際に測定した値との差を「誤差 (error)」といいます。誤差のうち、偶然で確率的なばらつきによる差を偶然誤差 (random error)、何らかの要因で一定方向に偏って認められる差を系統誤差 (system error) またはバイアスといいます。偶然誤差は測定回数を増やしたりサンプルサイズを大きくしたりして、その平均値を算出することで小さくすることができます。一方、バイアスは常に一定方向に偏る傾向を持ち、その原因を正さない限り、単に測定回数を増やしても取り除けません。

例えば、小児白血病と送電線から生じる超低周波磁界との関連を調べる際、白血病の患児の保護者が調査への参加に積極的で、比較対照として一般公衆の集団から無作為抽出された健常児の保護者が積極的でない場合、健常児の数が少なく (分母が小さく) なるために白血病のリスクが見かけ上高くなります。これを「選択バイアス (selection bias)」といいます。また、患児の保護者は過去の磁界ばく露の状況を過大に評価・申告する傾向があり、結果的に高い磁界ばく露と小児白血病との間に見かけ上の関連性を生じる可能性があります。これを「想起バイアス (recall bias)」といいます。

調査目標とする結果に、検討したいばく露要因以外の原因または関連要因が存在し、それが検討したいばく露要因と関連しているとき、これらの原因または関連要因を交絡因子 (confounding factor) とといいます。

例えば、小児白血病 (調査目標とする結果) と送電線から生じる超低周波磁界 (検討したいばく露要因) との関連を調べる際、送電線の近くに交通量の多い道路が存在する場合、自動車排ガスが小児白血病の関連要因であるため、これが交絡因子として作用し、送電線と小児白血病の間に見かけ上の関連性を生じる可能性があります。

⁵ 筆者注記 : 制御不能になって成長・増殖する異常な細胞は新生物 (腫瘍) になります。腫瘍細胞が浸潤 (細胞が束縛を逃れて血管やリンパ管に入り、体内の他の場所に転移し、二次腫瘍を形成すること) しない状態を「良性」、浸潤性・転移性を示す状態を「悪性」といいます。悪性の新生物 (腫瘍) を「がん (cancer)」といいます。

物の適切な組み合わせの発生増加も、十分な証拠を提供することがある。例外的に、悪性の新生物が通常ではない発生率、部位、腫瘍のタイプ、または発生時年齢で生じる場合、あるいは複数の部位で腫瘍の顕著な知見がある場合、1種類の動物種及び性別での単独研究が、十分な証拠を提供することがある。

- 発がん性の限定的な証拠：データは発がん作用を示唆しているものの、例えば次のような理由で、決定的な評価を行うためには限られている場合：
(a) 発がん性の証拠は単一の実験に限定されており、十分な証拠のクライテリアを満たしていない、
(b) その作用因子は良性の新生物または悪性化が不確かな病変のみの発生を増加させる、
(c) その作用因子は腫瘍の多重性を増加させるか、または腫瘍の潜伏期を短縮するが、腫瘍の発生は増加させない、
(d) 発がん性の証拠はイニシエーション (initiation) – プロモーション (promotion)⁶研究に限られている⁷、
(e) 発がん性の証拠は非実験動物 (例えば愛玩動物) における観察に限られている、または
(f) 入手可能な研究のデザイン、実施または解釈の妥当性に関して未解決の問題がある。
- 発がん性に関する不十分な証拠：大きな定性的または定量的限界があるため、その研究は、発がん性の有無を示していると解釈することができない、または、実験動物のがんに関するデータが入手できない場合 (に、この分類が適用される)。
- 発がん性がないことを示唆する証拠：少なくとも2つの動物種の雌雄両方を用いた適正に実施された研究が入手可能であり、使用された試験の範囲内で、その作用因子に発がん性がないことを示す

場合 (に、この分類が適用される)。発がん性がないことを示唆する証拠という結論は、入手可能な研究で対象となった動物種、腫瘍部位、ばく露時年齢、及びばく露の条件とレベルに限定される。

[メカニズムの証拠]

- メカニズムの強い証拠：幾つかの異なる実験系における結果が整合しており、全体的なメカニズムのデータベースも整合性がある場合 (に、この分類が適用される)。重要なメカニズムのプロセスの抑制が腫瘍形成の抑制につながるということを実験的に実証する研究によってさらなる裏付けを得ることができる。一般的に、1つまたは複数の哺乳類の種において、関連する様々なエンドポイント (観察項目) について多数の研究が利用可能な場合 (に、この分類が適用される)。「強い」とは、発がん性の強さではなく、証拠の強さに関連しているということに注意すべき。
- メカニズムの限定的な証拠：証拠は示唆的であるが、例えば、(a) 研究がカバーしている実験、関係するエンドポイント及び/または種の範囲が狭い、(b) 類似のデザインの研究で説明されていない不整合がある、及び/または、(c) 異なるエンドポイント間または異なる実験系の間で説明されていない不整合がある場合 (に、この分類が適用される)。
- メカニズムの不十分な証拠：不十分なメカニズムの証拠の決定につながる一般的な知見には次のようなものがある：(a) 入手可能なデータが僅かしかないか、まったくない、(b) 研究のデザイン、実施または解釈の妥当性に関して未解決の問題が

6 筆者注記：イニシエーションとは、発がん因子がDNAを損傷する、またはDNA複製時のエラーを生じることを行います。損傷またはエラーが修復されずに次の複製 (細胞分裂) が行われると、この異常が固定されることとなります。多くの場合、DNA複製エラーは細胞にとって無害ですが、例えば増殖に関する遺伝子にこの複製エラーが生じると、細胞は発がん過程の第一歩を踏み出すこととなります。これがイニシエーションの段階です。イニシエーションを生じる因子をイニシエーターといいます。

イニシエーションを受けた細胞がある条件下に置かれると、細胞は自律的に増殖を開始し、過形成性変化と呼ばれる状態になります。これがプロモーションの段階です。プロモーションを生じる因子をプロモーターといいます。プロモーションは可逆的な変化で、遺伝子異常ではないため、プロモーターが消失するとイニシエーションを受けた細胞の増殖も止まり、過形成性変化も消失します。

イニシエーションを受けた細胞がプロモーターの影響下で増殖している時、次の重要な遺伝子異常が生じると、細胞は腫瘍性変化を起こします。これがプログレッションの段階です。プログレッションは不可逆的な変化で、この段階の細胞に最終段階の悪性変化が生じて[がん]になります。

7 筆者注記：この文章は、「調査対象の作用因子が、何もないところからがんを生じることが示す証拠ではなく、発がん性が既知である他の作用因子でがんをイニシエートした動物において、調査対象の作用因子のプロモーション作用の証拠が認められている」という意味合いです。

ある、(c) 利用可能な結果が陰性である。

全体的な発がん性評価

IARCは、上述の3種類の証拠の分類に基づき、作用因子のヒトに対する発がん性を次のように評価しています。

- グループ1：ヒトに対して発がん性がある (carcinogenic to humans)：ヒトにおける発がん性の十分な証拠がある場合に常に適用。
- グループ2A：ヒトに対して恐らく発がん性がある (probably carcinogenic to humans)：一般に、WGが少なくとも次のうち2つの評価を下し、そのうちの少なくとも1つがばく露したヒト、あるいはヒトの細胞または組織のいずれかが関わる評価であった場合に適用。
 - ・ ヒトにおける発がん性の限定的な証拠
 - ・ 実験動物における発がん性の十分な証拠
 - ・ その作用因子が発がん物質の鍵となる特性を呈するという強い証拠
- グループ2B：ヒトに対して発がん性があるかも知れない (possibly carcinogenic to humans)：一般に、WGが以下のうちいずれか1つのみを評価した場合に適用。
 - ・ ヒトにおける発がん性の限定的な証拠
 - ・ 実験動物における発がん性の十分な証拠
 - ・ その作用因子が発がん物質の鍵となる特性を呈するという強い証拠
- グループ3：ヒトに対する発がん性を分類できない (not classifiable as to its carcinogenicity to humans)：他のどのグループにも入らない作用因子は一般にこのカテゴリーに入る。これには、実験動物における1つまたは複数の腫瘍部位について、実験動物における発がんメカニズムはヒトにおいては働かないという強い証拠があり、残りの腫瘍部位は実験動物における十分な証拠という評価を支持せず、かつ、その他のカテゴリー

はヒトにおける研究及びメカニズム研究からのデータによっては裏付けられないような場合が含まれる。

グループ3の評価は、発がん性がない、または全体として安全であるという決定ではない。これはしばしば、その作用因子の潜在的発がん可能性が知られておらず、かなりの研究不足があるということの意味する。

ヒトと実験動物の両方における発がん性がないことを示唆する証拠がある場合、または、実験動物における発がん性がないことを示唆する証拠に加えて、ヒトのがんに関連するアッセイ (assay：分析法) における強い負のメカニズムの証拠で補足される場合のいずれかで、その作用因子が発がん活性を示さないということを証拠が示唆する場合、WGは、その作用因子は十分研究されており、発がん活性の証拠は見られないとして特徴づける文章を評価に付け加えることがある。

モノグラフ原文では、ヒトにおける発がん性の全体的な分類に達するまでの証拠の流れが、下表のように説明されています。

なお、今回のモノグラフ前文の改定に伴い、「グループ4：ヒトに対して恐らく発がん性はない (probably not carcinogenic to humans)」は廃止されました。廃止の理由については改定版の原文を含め、IARCからは公式の発表は一切ありません。これにより、従来は唯一グループ4に分類されていた作用因子であるカプロラクタム (ナイロンの原料) は、グループ3に格上げされました。

また、このモノグラフ原文の改定とは直接関連しませんが、IARCは2019年3月、2020-2024年の期間のモノグラフ・プログラムにおける優先順位を決定するため、18か国から集められた29人の科学者による諮問グループ会合を開催しました。この会合では、無線周波 (RF) 電磁界が「再評価の優先順位が高い」と勧告されました⁸。IARCは、モノグラ

⁸ 参考情報： http://www.jeic-emf.jp/whats_new/6735.html

全体的な分類に達する際の証拠の流れの統合 (斜体で示した証拠は全体的な評価の根拠を意味する)

証拠の流れ			証拠の重みに基づく分類
ヒトにおけるがんの証拠 ^a	実験動物におけるがんの証拠	発がんメカニズムの証拠	
十分	不要	不要	ヒトに対して発がん性がある (グループ1)
限定的または不十分	十分	強い(ばく露されたヒト)	
限定的	十分	強い、限定的、または不十分	ヒトに対しておそらく発がん性がある (グループ2A)
不十分	十分	強い(ヒトの細胞または組織)	
限定的	十分に満たない	強い	
限定的または不十分	不要	強い(メカニズム的分類)	ヒトに対して発がん性があるかもしれない (グループ2B)
限定的	十分に満たない	限定的または不十分	
不十分	十分	強い、限定的、または不十分	
不十分	十分に満たない	強い	
限定的	十分	強い(ヒトでは動作しない) ^b	ヒトに対する発がん性を分類できない (グループ3)
不十分	十分	強い(ヒトでは動作しない) ^b	
上記以外の全ての状況			

a 評価が最も高いヒトのがん

b 実験動物における発がんのメカニズムがヒトでは動作しないという強い証拠は、具体的には実験動物における強い証拠の分類を支持する腫瘍部位についてのものでなければならない。

フの評価がヒトにおける発がん性に関する科学的証拠の現状を反映していることを担保するため、諮問グループ会合を定期的で開催しています。今回の諮問グループは、170を超える作用因子(ガソリンエンジン排ガス、アクリルアミド、座りがちな行動、等)の候補を検討し、発がん性評価のための入手可能な証拠の程度に基づき、評価(または再評価)の優先順位が「高い」「中程度」「低い」と勧告しました。諮問グループはRF電磁界について、「新たなバイオアッセイとメカニズムの証拠から(発がん性の)分類の再評価が是認され」、新たな評価を2022-2024年に実施することが望ましい、と示唆しています。

参考文献

- 1) World Health Organization. International Agency for Research on Cancer. About IARC. https://www.iarc.fr/cards_page/about-iarc/ (accessed 2019.08.01)
- 2) IARC Monographs Questions and Answers. https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/QA_ENG.pdf (accessed 2019.08.01)
- 3) IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. Preamble. Amended January 2019. <https://monographs.iarc.fr/preamble-to-the-iarc-monographs/> (accessed 2019.08.01)

CIGRE Symposium Aalborg, Denmark CIGREシンポジウム参加報告

情報調査グループ 古市 隆作

2019年6月4日～6月7日の4日間、デンマークのオールボーで開催されたCIGRE Symposium Aalborg, Denmarkに参加しました。

CIGREでは、高電圧の送変電に関する技術的諸問題について、ワーキンググループ(以下、WG)を設け各国の状況等について情報交換を行っており、電磁界情報センターの職員も委員として参加しています。今回は、WG C4.28 (Extrapolation of measured values of power frequency magnetic fields in the vicinity of power links)がシンポジウム開催に併せて開催されたため出席したものです。

オールボーについて

デンマーク第4位の規模を誇るオールボーは、ドイツと陸続きのユトランド半島のうち北ユトランド最大の都市で、首都コペンハーゲンから飛行機で約45分、電車で約4時間30分が必要です。工業都市として発展しているほか、リムフィヨルドに面しておりニシンやカキなどの海産物の名産地としても有名ですし、スナップスSnaps、別名アクアヴィットAkvavit(命の水)と呼ばれるジャガイモから造られる焼酎でも有名です。また、南東方向に自動車ですら2時間ぐらい移動するとグレーノ港に到着します。ここはアンホルト洋上風力発電設備(Anholt offshore wind power plant、容量400MW)への拠点になります。

CIGREについて

CIGRE (International Council on Large Electric Systems : 国際大電力システム会議)は、1921年に設立された電力技術に関する学会です。

(CIGREの詳細については2018年12月発行のJEIC NEWS No53「JEICレポート1」をご覧ください。)西暦の偶数年にフランスのパリにおいて大規模なパリ大会を開催しているのですが、各技術委員会



も適宜シンポジウムを開催しており、当該シンポジウムは、C4技術委員会(システムの技術性能)が開催したものです。

WG C4.28 (Extrapolation of measured values of power frequency magnetic fields in the vicinity of power links)について

WG C4.28では、これまでに作成したTB(Technical Brochure: 技術パンフレット)(案)の審議が行われました。このTBには、身近にある電力設備(架空送電線、地中送電線)から発生する磁界の計算式や測定方法がまとめられ、凡例として、数か国の磁界測定方法や測定(計算)諸元の考え方も紹介されています。

会議は、全ての章についての内容確認が実施され、コンペナー(議長)の権限により、原稿は「確認済み」となりました。今後は、メールによる詳細チェックをしていくことになりました(出版時期は未定)。

CIGRE シンポジウムについて

シンポジウムの主なテーマは「GOING OFFSHORE」です(「洋上風力発電を知ろう」)。エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの増加によって送配電ネットワークと市場に課される急速な変化と課題に関

連する最近の研究結果と電力システムの運用実績を提供するものでした。

デンマークは、2030年には、国の総エネルギー消費量の少なくとも半分を再生可能エネルギーでまかなうことを掲げ、供給の安定性を維持しつつ発電の大部分を石炭火力から風力とバイオエネルギーに移し、エネルギー部門の脱炭素化に向けて目覚ましい進歩を遂げていることから、デンマーク開催にふさわしいテーマであると考えます。

特に洋上風力発電は、国連の気候目標を達成するための最も有望な電源の1つであり、今後数年間で力強い成長が見込まれています。

従来の発電方式から主要な供給源として洋上風力発電への転換は、洋上だけでなく陸上の電力システムにも技術的課題を投げかけており、シンポジウムでは、送配電ネットワークが新たな時代に移ることを可能にする最近の技術的進歩と運用方針や、洋上風力発電、海底ケーブル、地下ケーブル、架空送電線を混用した送配電ネットワークに関連するものが取り上げられました。

シンポジウムに参加して、洋上風力発電の実用に向けた研究、開発が世界的に大きな流れになっていることを実感しました。今後、JEICへの問い合わせでも、洋上風力発電設備から発生する磁界に関するものが増加することも想定されることから、洋上風力発電設備の構造や特長についての知識を深めておくことも必要と感じました。

以上



CIGREシンポジウム オープニングセッション



アンホルト洋上風力発電設備
(テクニカルツアー用フェリーから撮影)

令和元年度経済産業省主催 「電磁界の健康影響に関する講演会」

「電磁界の健康影響に関する講演会」の開催をお知らせします。

講演会では、商用周波(50Hz/60Hz)電磁界の健康影響に関心をお持ちの方を対象に、行政や電磁界の専門家による講演を通じて、電磁界の健康影響に関する知識と国内外の最新情報を正確かつ分かりやすく紹介します。講演内容は、商用周波電磁界の健康影響を主としますが、電磁調理器から発生する中間周波電磁界および携帯電話など高周波電磁界に関する基礎的事項も含み、それらに関する皆様からの質問についても回答いたします。また、会場では、磁界測定の実演コーナーを設けております。

各都市での講演会の申込受付は、順次、開始しますので、是非ご参加くださいますようお願い申し上げます。

1. 開催予定

開催都市	開催日時	会場	定員
釧路市	令和元年10月29日(火) 13:05 ~ 15:55	釧路市観光国際交流センター Bホール(1階) 〒085-0017 釧路市幸町3-3	150名(先着)
鳥取市	令和元年11月28日(木) 13:05 ~ 15:55	とりぎん文化会館 第1会議室(1階) 〒680-0017 鳥取市尚徳町101-5	150名(先着)
大津市	令和元年12月18日(水) 13:05 ~ 15:55	ピアザ淡海 大会議室(3階) 〒520-0801 大津市におの浜1-1-20	150名(先着)
水戸市	令和2年1月10日(金) 13:05 ~ 15:55	ザ・ヒロサワ・シティ会館 (茨城県立県民文化センター) 集合室10号(分館2階) 〒310-0851 水戸市千波町東久保697	150名(先着)
佐賀市	令和2年1月21日(火) 13:05 ~ 15:55	佐賀市文化会館 イベントホール(1階) 〒849-0923 佐賀市日の出1-21-10	150名(先着)

2. お申込み方法

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)。原則として、開催日の3日前に(ハガキの場合は、当日消印有効)受付を終了させていただきます。また、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) ホームページからお申し込み【現在準備中(9月初旬頃に掲載予定)】

下記ホームページの「お申し込みフォーム」からお申し込みいただけます。

手順に従ってお申し込みいただくと、折り返し参加票を送信いたします。

参加票は開催当日にご持参ください。

2) FAX によるお申し込み

下記ホームページよりダウンロードしたFAX申込用紙に必要事項を記載し、お申し込みください。

受付手続きが済み次第、FAXにて参加票をお送りいたしますので、開催当日にご持参ください。

3) ハガキによるお申し込み

ハガキに次の事項を記載し、下記お申し込み先まで郵送ください。

(1)開催日と会場名(例: 10/29 釧路会場)、(2)住所、(3)氏名、(4)年齢、(5)性別、(6)職業(勤務先)、

(7)電話番号、(8)質問事項(特にある場合)

受付手続きが済み次第、参加票をお送りいたしますので、開催当日にご持参ください。

3. お申し込み・お問い合わせ先

〒105-0014 東京都港区芝2-9-11 全日電工連会館3階

一般財団法人 電気安全環境研究所 電磁界情報センター 経済産業省委託事業事務局

電話でのお問い合わせは、平日9:00 ~ 12:00、13:00 ~ 17:00の間をお願いします。

TEL: 090-2522-7062 FAX: 050-3730-5111

電磁界情報センター(JEIC) <http://www.jeic-emf.jp/>

【個人情報の保護】

お申し込みの際に得た個人情報を公表することは一切ありません。

ヒトは磁気を感じるか

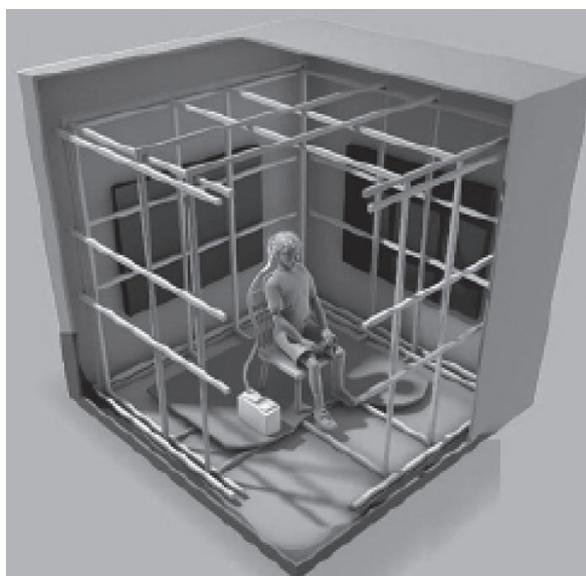
3月19日付けの夕刊に「地球の磁気 人も感じてる？」の見出しでヒトは無意識に地磁気を感じているのかもしれないとの記事が掲載された。これは科学雑誌にオンライン掲載されたカルフォルニア工科大学のカーシュビーク教授のグループが行った研究で、共同研究者に東京大学の研究者がいる。これは地磁気レベルの磁気刺激でヒト脳波、 α 波の強度が低下した結果を示したものである。

さて、脳波は周波数毎によって異なったりリズムに区分され、アルファ(α)波(8-13Hz)、ベータ(β)波(14-60Hz)、 θ 波(4-7Hz)、 δ 波(0.5-3.5Hz)である。健康な成人の脳波は α 波が主で、 β 波が加わった波形である。睡眠中には θ 波、 δ 波が加わる。

研究の作業仮説は「ヒトは潜在的な意識下で未だに磁気感受性を有している」で、被験者34名を対象に頭表64箇所脳波の測定結果を解析している。結果として、被験者は全員、磁場の変化には特に何も感じなかったが、カルフォルニア工科大学があるパサデナの地磁気と同じ方向で磁気刺激を加えた場合、4名の被験者にのみ磁場変化に際して α 波の強度低下が見られた。この時、刺激はN極が下向きに傾斜した磁場である。 α 波の強度低下は事象関連脱同期(alpha-event-related desynchronization)と呼ばれる。この現象は、光や音などの視覚や聴覚の刺激によって、脳の興奮時に見られ、外部からの刺激に応答するとき生じる。実験は2m立方の3軸コイルで磁場を発生させる装置で、電磁波を遮

蔽したシールド暗室内、暗闇の中で目を閉じた状態で頭部が中心に来るように被験者は椅子に座り、実験室内で地磁気レベルの強さで方向のみを変化させた。この装置のコイルはメリット(Merritt)型の4層コイルで一様な磁場を得るために広く用いられてきており、特に目新しいものではない。

要約すると、地磁気と同程度の強度で方向のみを変化させた人工的な磁場をヒトに加えると、ヒトによっては方向の変化を識別し潜在的な意識下で磁場の感受性を有しているこ



磁場実験の様子(eneuro (2019より))

と。また34名中の4名のみで磁場変化に反応するのは、磁場を感知する能力の個人差によるとした。

1970年代後半、英国のマンチェスター大学のベイカー教授は、頭部側面にヘルムホ

ルツコイルを巻いた電磁石を仕込んだ塩化ビニールのヘルメットを学生にかぶせて頭部周辺の地磁気を乱して、磁場の感知実験を行った。この実験では「ヒトが持っている能力(五感)に加えて、よく言われる第六感ヒトの磁場感知である」とした仮説を設けていた。実験は目隠しをした学生をバスに乗せて出発点(大学)から遠く何十キロメートルと離れた場所に行き、出発点の方向を当てさせるフィールドテストである。当然、学生には電磁石への電流のOn-Offは知らされていない。学生が電流On時に受ける磁場の強さはヘルメットの中心部で地磁気の水平成分の3.5倍程度である。目隠しをした学生の進行方向の推定には、磁気による方向感覚が利用され、ヘルメットでの電流をOnにした場合、方向の推定に影響が見られた、などの結果が報告された。

ベイカー教授の報告とカーシュビnk教授が行った最新の実験にはほぼ40年の時が流れている。1980年初頭には、哺乳類には地磁気による方向感覚機能があるというベイカー教授の報告、ドイツからはモルモットの松果体の電気活動が地磁気程度の磁界で変化する報告がなされた。その後、磁場感知についてはフィールドならびに室内実験が数多く行われてきた。現在では、ミツバチ、サケ、クジラ、回遊魚、渡りの蝶や鳥など非常に多くの動物が地磁気を行動のナビゲーションのキュー(Cue)としており、また、イヌ、ウシ、シカ、ネズミ、キツネ、オランウータンなど身近な動物にも磁場を感じる磁気センサーがあることが報告されている。このように多種多様な動物が磁気を感じることは次第に明らかになってきているが、動物が磁気を感じるメカニズムはそれほど明らかでない。古く、体内にマグネタイト(Fe_3O_4)が方位磁石として働いている仮説が提案された。1992年には、カーシュビnk教授はヒトの脳にマグネタイトの磁気微粒子があることを主

張した。しかし、マグネタイトが実際に磁気情報をどのように脳に伝えるかは不明である。最近、網膜にある分子「クリプトクロム」(Cryptochrome:CRY)が青色の光を感知するたんぱく質で、これが磁気センサーとしての機能を有しているという説が提案されている。いずれにしても動物が磁気を感じる機能は不



磁場感知能力を調べる実験

明であり、ヒトが磁場を感じるかの疑問も未解決のままである。ベイカー教授が行った屋外での実験は条件が複雑であり、その制御は殆ど不可能である。カーシュビnk教授の結果を含め、ヒトの磁場感知については数多くの実験が行われるまで、結論付けるには慎重にならざるを得ない。

参考文献

1. 朝日新聞:「地球の磁気 人も感じている?」2019年3月19日付け夕刊
2. Wang CX, Hilburn IA, Wu D-A, Mizuhara Y, et al (2019): Transduction of the geomagnetic field as evidenced from alpha-band activity in the human brain. eNeuro 6(2), e0483-18 (doi: 10.1523.ENEURO.0483-18.2019).
3. Servick K (2019): Humans may sense earth's magnetic field. Science 363 (6433), 1257-1258.
4. R.R. ベイカー:「人間の方向感覚—磁気を感じる脳—」。高橋景一・菅原隆訳、紀伊國屋書店。1981年。
5. Kirschvink JL, Kobayashi-Kirschvink A and Woodford BJ (1992): Magnetite biomineralization in the human brain. Proc Natl Acad Sci USA 89: 7683-7687

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

今号より「JEIC NEWS」の編集を担当させて頂くことになりました。これまでと同様に、電磁界に関する科学的な情報をより分かりやすく提供できるよう努めて参ります。

電磁界情報センターでは、7月に4名の異動があり、新たに着任された表GMと木下特命GMに巻頭言を担当して頂きました。

新たな体制のもと、今後もより良い活動方法を検討しながら、電磁界に関する正確な情報を配信して参りますので、どうぞよろしくお願いたします。

情報調査グループ 堤 哲也

JEIC NEWS No.55 2019（令和元）年8月30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/>