ISSN 2188-3068

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2014年12月発行

No.
36

Index

P2
新任挨拶

P3～7
EMFトレンド情報1
ヨーロッパにおけるプレコーション的アプローチについて
（第6回：スウェーデン編）

P8
JEICレポート
「電磁波セミナー」のご案内

P9～10
EMFトレンド情報3
“放射線”と“電磁波”の防護原則会議に参加して　雑感その②

P10～11
コラム
鳥の渡りと磁気コンパス

JEIC
電磁界情報センター

新任挨拶

管理・受託グループ　大坪　茂

今年7月に九州の大分から、前任の﨑村の交代で九州電力（株）より出向でまいりました大坪と申します。学生時代以来の約20年ぶりの関東での生活をおくっておりますが、九州の田舎から出てきた私にとって、都内の交通機関や飲食店、商店街での人の多さには、改めてびっくりしているところです。

出身は福岡ですが、前任地を含め単身赴任が6年に及んでおりますので、健康管理には十分気をつけて、新たな地での生活を楽しみたいと考えています。

これまでの会社生活では、主に送電線の調査・設計・建設の業務や送電線の運営管理などの業務に携わってきました。九州の地方都市ではありますが、人口数万人の都市に電力を供給する送電線の建設工事を一人で担当させてもらい、お客さまへ無事に電気をおとどけできたときの喜びは、今でも心に深く残っています。建設した送電線は、インターネットなどで地図を開くと出てきますので、懐かしくもあり、誇りでもあります。前任地の大分では3年間、組織風土の改善や経営品質の向上（TQM）に関する業務に携わり、お客さま視点の原点に立ち返る組織の風土改善などに取り組みました。

電磁界情報センターに勤務して半年ほど経ちますが、電磁界に関する各種検討会・委員会などの事務局や読者の皆さまともつながりがあるセミナー・講演会の司会進行或いは、JEICメールマガジンの作成・配信、そして本紙、JEIC NEWSの編集などを担当させて頂いております。JEIC NEWSでは毎回、編集後記を書かせて頂いておりますので、既に何度か読んで頂いた方もいらっしゃるかと思います。また、既に5回ほどセミナーや講演会で司会進行役をさせて頂いておりますので、当センターが主催又は運営しているセミナーや講演会へご参会頂いた方とは、お会いしたことがあるかもしれません。

日々の業務では、毎日センターに頂くお電話やメール・FAX等のお問い合わせについて、職員の持ち回りではありますが、私も対応させて頂いております。

電力会社で勤務していた時も、送電線などからの電磁界に関するお問合せを、お客さまから頂くことはありましたが、電磁界情報センターに来てから、お問合せ頂く内容が携帯電話や電子レンジ、電磁調理器に太陽光発電・リニア新幹線と非常に多岐にわたることに驚いています。

まだまだ、電磁界情報センターでの業務は不慣れで、もっともっと電磁界に関する専門的な知識修得が必要と考えておりますが、見に見えない、耳で聞こえない電磁波に不安を感じておられる方々に、世界保健機関など国際機関をはじめ、国や行政の見解など正しい情報を正確にお伝えし、お問い合わせ頂く方の抱えている悩みを少しでも軽減するお手伝いができるように、誠実かつ的確な対応に努めていきたいと考えておりますので、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

ヨーロッパにおける プレコーション的アプローチについて（第６回：スウェーデン編）

情報調査グループ　小路　泰弘

欧米では、低レベル磁界の長期間ばく露による健康影響の可能性への対応として「プレコーション的アプローチ（Precautionary approach：念のためのアプローチ）」の考え方を取り入れて、EUが勧告している国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）が定めたガイドライン値よりも低いレベルのばく露制限を設けている国や地域があります。

しかし、プレコーション的アプローチについては明確な定義がなく、人や国により概念が異なります。（詳しくは2012年6月発行JEICNEWS 第21号をご覧下さい）

電磁界情報センターでは、欧州でのプレコーション的アプローチの導入国での実情を調査しており、2013年3月以降、プレコーション的アプローチを導入している国々を訪れ、電力設備の電磁界政策を担当する行政と電力会社（送電事業者）に対してインタビューを行い、各国におけるプレコーション的アプローチの実情を調査しています。北欧についてはこれまで3か国（ノルウェー、デンマーク、フィンランド）の調査を行いましたが、これに引き続き6月にスウェーデンを調査致しました。今号ではスウェーデンにおけるインタビュー調査についてその概要を紹介します。

スウェーデンについて

スウェーデンはスカンジナビア半島東側に南はバルト海、北は北極圏にいたる国土を有しています。西はノルウェー、北東はフィンランドと接し、南西は海を隔ててデンマークがあります。国土の西側にはスカンジナビア山脈があり、東側のボスニア湾にかけてなだらかに傾斜する地形に、森や多数の湖沼が点在しています。

スウェーデンの正式名称はスウェーデン王国（Konungariket Sverige：スウェーデン語）です。現在、欧州連合（EU）に加盟していますが、欧州単一通貨であるユーロを使わず、スウェーデン・クローナを通貨としています。また、高福祉・高負担の福祉国家として知られています。

国土ですが、スウェーデンは北緯55度から70度と北海道（北緯約45度）より高緯度に位置することから、一般的な地図（メルカトル図法）では大変大きな国のような感じを持ちますが、面積は約45万km^{2}で日本（約38万km^2）よりやや広いといった感じです。

地方の行政区分としては、全国に20の県と約300の市（コミューン）があります。人口は約1,000万人と日本の10分の1以下です。

経済面では、GDPは世界で約20位ですが、一人あたりのGDPでは世界7位となっています。機械、自動車、化学工業などが主産業です。

首都ストックホルム中心部

電力供給体制について

発電設備量の内訳は、水力約45%、原子力約25%、火力約22%、風力約8%となっていますが、実際の発電量は水力約45%、原子力約40%、火力10%強、風力4%程度です。特に豊かな水を利用した水力発電では、4河川で発電量の50%以上にのぼり、最大の発電所の出力は80万kW以上で日本の最大の発電所よりも大きいものがあります。また、夏期は水力で発電した電力を大陸側に輸出し、冬期は火力発電等の電力を大陸から輸入するという流れがあります。

電気事業者は、3大事業者が中心となっており、それらは、Vattenfall社、Fortum Power and Heat社、E.on Sverige社です。この3社で国内の約80%の発電を行っています。なお、Vattenfall社は国有企業です。

送電設備に関しては、1990年代、国有企業であるVattenfall社から送電部門を分離したSvenska Kraftnat社が220kV、400kVの基幹送電線を担当し、40kVから130kVの送電線は3大配電会社が大部分を所管しています。20kV以下の配電線については、3大配電会社を含め100以上の配電会社が所管しています。

訪問先

今回は、放射線安全庁[1]（以下SSMという。）、労働環境庁[2]、基幹系送電事業者Svenska Kraftnat社（以下SK社という。）、大手発電配電会社E.ON Elnät Sverige AB社（以下E社という。）に対してインタビューを行いました。

放射線安全庁は、スウェーデンの放射線防護関係の研究、規制を実施している組織で、電磁界の健康影響について所管する中心的な機関で、一般の人々に関する内容について所管しています。労働環境庁は、職場や公共の場所に関する電磁界政策を担当しています。学校も主な労働環境の一つと考えられおり小学校以上を労働環境庁が所管しているそうです（なお、保育園、幼稚園については一般という扱い）。SK社は前述の通り、220kV以上の電圧の高い送電線の運用を担当する国営企業であり、E.ON社はスウェーデン国内の3大電力会社グループの内の1社で130kV以下の送電線、配電線を運用している企業です。

今回の調査では、労働環境庁、SK社、E.ON社を合同で、SK社においてインタビューを行い、放射線安全庁は別の日に単独でインタビューを行いました。

なお、インタビュー後、磁界低減を行うため対応を行った送電設備の例について、SK社の案内で現地調査も行いました。

左から　労働環境庁：ヤネス・マリンコ氏
E.ON社：フレドリック・ルース氏
右から　SK社：マッツ・クバーングレン氏
ラース氏
アンナ・エキステッド氏
ヤン・ストレット氏

SSM：ジミー・エステンベルグ氏

プレコーション的アプローチの実情

スウェーデンには電磁界に関する法律はありません。電磁界へのばく露レベルに関する数値を示したものとしては、「電磁界への一般公衆のばく露に関するガイドライン」[3]があり、この中でEU勧告

[1] スウェーデン語: Stråls sakerhets myndigheten
[2] スウェーデン語: Arbetsmiljö Verket
[3] スウェーデン語: Stralsakerhetsmyndighetens allmanna radom begransning av allmanhetens exponering for elektromagnetiska falt;SSMFS 2008:18

に対応する100μT（50Hz）を勧告値として示しています。EUの加盟国ではEU勧告である100μTを規制値として制定している国が多くありますが、加盟国であるスウェーデンでは法律ではなく勧告となっています。この理由については、EU勧告なので従わないといけないが、100μTを明らかに超えるというものがあるわけではなく、守られている状況であれば法律に直す必要がなく勧告の扱いとしているとのことでした。但し、100μTを超えるようなものがあって、この勧告を守っていないような状況になったら、直ぐに法律として規制するというのがスタンスであるとのことでした。つまり、勧告ではあるが、守るものであり、守らないならば直ちに規制とするという、ある程度強い意味を持っているようです。なお、この勧告は放射線保護法（Strålskyddslagen 1988:200（Radiation Protection Act））に記載されている「ヒト、動物への損傷や自然への被害に対する防止または対抗するために必要な措置とプレコーションをとること」を受けたもので、この法律の主旨を満たすものという位置づけということです。

次に、100μTを大きく下回る数値を意識したプレコーション的アプローチについてですが、電磁界について「低周波電磁界－国家当局のための予防原則（precautionary principle）－意思決定者のための手引き」[4]という文書があります。これは放射線安全庁、労働環境庁（名称は現在）を含む関係5省庁が、技術的および経済的考慮をバランスさせながら個々のケースにおいて合理的な対策を評価する意思決定者を支援するために作成したものですが、この中で、「一般的なばく露低減対策を合理的な費用でとることが出来、他の全ての点で合理的な結果を得ることが出来る場合は、関係する環境中で通常と判断され得るレベルから甚だしく外れた電磁界を縮小するよう努力すべきである。」と勧告しています。これに関連し、スウェーデン政府はプレコーション的な観点で数値設定をしているのかどうかについて聞いたところ、次のような回答でした。『ストックホルム市が含まれるストックホルム県と西部のヨーテボリ市を含むヴェストラ・イェータランド県において住居での磁界測定を実施し、95%の住居が該当した0.2μT以下を“通常”、この10倍を“高い”とし、0.2μTから2μTは“普通よりは高いけれどそこまで高くない”といった3段階に区分しました。あくまで、この数値は健康影響とは無関係であり、測定した実際の結果から出されたものです。したがって、これらの3段階のレベルを目安とし、コストを意識してアクションを起こすか起こさないかの判断をしたらどうかというために提示した数値です。余談ですが、これらの数値は健康影響と関係ないものなので、将来、同様の住居での磁界レベルの分布を調べた結果、分布が変わっていたら数値が変わることになります。』とのことでした。つまり、ある数値を提示して、これを基準にして何かアクションを起こすことを勧告するといった感じの数値ではなく、アクションを検討するかどうかの例として通常のレベルがどの程度なのかを提示しているという感じです。

さて、次に地方の行政関係ですが、首都であるストックホルム市などの文書には、コミューン（市）で独自に磁界強度に関する数値が提示されていることがあります。例えば0.2とか0.4μTといった値です。この数値は規制値なのかどうかについて質問したところ、規制値は国（SSMや労働環境庁）が決めるものなので、市のものは規制ではなく、市の政策（ポリシー）における目標値（勧告やガイドライン）という扱いとのことでした。新規の建物建設の許可や送電線へのコメントを出す際に用いられるようです。

さらに、このコミューンが個々に示す値はコミューン毎に異なっており、数値を定めていないところや、そもそもあまり興味を示していないコミューンもあるようです。

このコミューンの定めた数値が規制ではないことをわかりやすく示した例として、先述のSSMが出している居住空間での磁界強度の測定値の分布において、これらの値よりも高いものが見られることや、実際、今回の出席者の一人が住んでいる都市（ストックホルムの近郊）では、送電線の近くに住んでいるという説明がありました。

次に、電気事業者に送電線の建設時、磁界に関し考慮することを聞いたところ、上記の2つ（SSMのガイドラインとコミューンの目標値）以外に環境法典（Miljöbalk 1988:808 （Environment Code））があるとのことでした。この環境法典はヒトの健康や環境の保護などを目指すもので様々な活動に適用されるものです。条文には“Precaution”という言葉が多く使われており、これは“何らかの行為により人や動物へリスクを与えないようにする”ということが主旨だそうです。但し、どのような行為が対象になるのかということが具体的にされているというものではないそうで、個々に何をしないといけないかを考えることに

[4] スウェーデン語: Myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält – en vägledning för beslutsfattare;ADI 477

なるようです。具体例として説明してもらったものに、馬小屋の近くに送電線を通す工事において馬への影響を考慮してルートを検討したという話しがありました。ある意味、概念のようなものを規定しているようです。

したがって、この環境法典の主旨に対する個々の具体的な対応については各社、各組織が考えることになるようです。そこで、SK社の場合は、新設する送電線については居住地において0.4μT以下となるようにルートを選定し、改修工事をする場合には4μTとするという社内方針を採っています。これに対し、E社は具体的な数値を設定していません。ガイドライン値、各コミューンの示す値を遵守するとともに、これに“Precaution”という概念を設備形成において都度、加味して対応しているということでした。

以上の内容をまとめると、スウェーデンにおける電磁界ばく露に関する法体系としては、国としては関連法に具体的な数値（規制値）を示したものはなく、勧告値としてEU勧告と同じ100μTが示されている。プレコーション的アプローチとしては、環境法典に則り、その主旨を遵守することが求められており、関連する5省庁の手引きにも、それに関連した内容が記載されています。しかし、国としては具体的な数値により送電線のルート検討や移設といったアクションを具体的に規定しておらず、実測したデータにもとづく通常のレベル（数値）を示し、それを目安に個々にプレコーションの観点から経済性とバランスする対応を検討するよう勧めているということのようです。また、一部のコミューンや送電事業者は独自に政策、方針（ポリシー）を定め具体的な磁界レベルを数値として示しているというのが実情です。

磁界低減対策の例

送電線経過地域周辺への磁界低減を目的として建設された送電設備（送電鉄塔）について紹介します。この鉄塔はストックホルム近郊のスンドビュベリ市にあり、SK社のものではなく他の配電事業者のものとのことですが、送電線経過地側方の土地に大型のホームセンターを建築するにあたり、送電線から発生する磁界を低減するための措置として建設されたものだそうです。この磁界低減の方法は、電線の配置をその建設予定地の区間のみ変更させ、各電線から発生する磁界同士の打ち消し効果を期待するものです。そこで、電線の配置を変更できるようにした構造を持つ鉄塔と、特殊な電線接続を行っています。もともとは写真1（この建設地の近く）のような1回線の送電線で、3相それぞれ2本の電線（2導体）とする配置となっています。これを対象区間の前後で、対象区間において図1に示すような電線配置となるように対象の鉄塔付近（写真2）で電線の配置、さらに接続替えをしています。このように電線配列を変えることにより、対象の区間では、少し形は異なりますが2回線の送電線を逆相配列にしたような電線（相）配置となります。この対策にかかる費用の負担者について聞いたところ、当事者ではないので正確にはわからないが、一般的にこのような場合、土地開発者が負担することが多いとのことでした。なお、このような電線の配置変更という対応は世界的にも珍しいとのことでした。特殊な対応をとった理由として、この送電線が将来的に不要になり撤去される予定であることも考慮されたのではないかということです。参考ですが、写真1の右側を写したものが写真3です、この写真の塀から右側は幼稚園です。送電線の近くにある幼稚園となりますが、このような場所は珍しいとのことでした。

写真1：対象送電線の一般箇所の構造

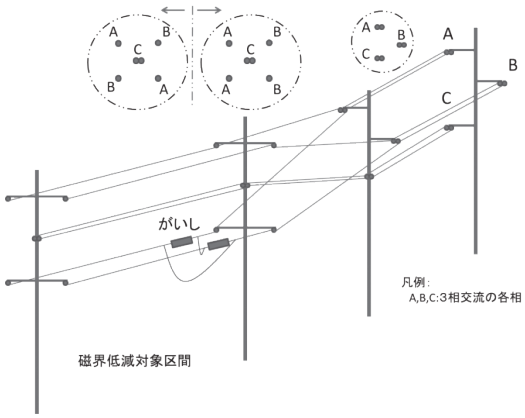

図1：電線各相の変換過程

写真2：
電線の配置変更状況
（手前が対象地域）

写真3：送電線近傍にある幼稚園

その他

ある土木系雑誌（英語）に、ソルナ市（ストックホルムに隣接）では磁界を低減するためにトンネルを掘り、送電線を地中化しているという記載がありました。そこで、スウェーデンでは磁界低減を目的として地中化を行っているのか聞いてみました。送電会社の答えは、磁界が理由で地中化することはないとのことでした。さらに聞くと、この工事自体は知らないけれども一般論として、恐らくこの地中化の理由はコミューン（市）が土地利用の観点から架空送電線ではなく、地中化を選択したのだろうということでした。土地利用の観点とは何かと聞くと、例えばSK社の考えを用いて説明すると架空送電線の場合、線から両側130m、地中送電線では両側5mずつは建物が建てられないという算定なので、架空送電線を設置するとストックホルムなどの都市近郊の便利な土地を広範囲に使うことができなくなるので、地中化を選択するということでした。それでは言葉を換えれば、磁界への対応で架空送電線、地中送電線で条件が異なることが背景にあるのであれば、地中化は磁界が理由なのではないのかと再度質問をすると、ひと言、そうではないとの回答でした。つまり、地中送電線も磁界は発生しており、それに対する対応方法は決まっている、あとは、そのどちらを選択するのかということであり、それは土地の有効利用と地中化した場合の経済性（高コスト）を各コミューンがどう判断するかということとの説明のようです。この例では、経済性より開発計画における有効性を選択しただけということのようです。その意味で、建設する送電線を地中化するか否かの判断は磁界によって決めているのではないと言っているのだと思われます。

また、磁界の健康影響を取り上げている国内の資料の中には、スウェーデンのVDT（Visual Display Terminals）に関する規格であるTCO、MPR-2が記載されているものがあるので、この規格について質問をしました。これは国の規格ではなく、現在はそのものがないとのことでした。なお、TCOは、もともと労働者の団体でありコンピューター画面を使って働く会員のために規格を作ったそうで、現在は独立して企業となり環境系のラベルとして第三者認証を実施しているとのことでした。なお、スウェーデン国内を含めEU内で製品を流通させるために必要なのは、この規格ではなくCE認証とのことでした。日本にもJIS規格のように国が定める規格と、民間が第三者認証として作成している規格があります。それぞれ目的としているところが異なる場合がありますので、規格を参照する場合、その辺りを把握しておくことが必要だと感じました。

最後に

スウェーデンは、磁界の疫学研究で知られるカロリンスカ研究所があることや、さまざまな磁界ばく露に対する対応をとっているとして日本で報道されたり、出版物によく記載されたりする国の1つですが、今回の調査で感じたことは、これまで調査した国におけるプレコーション的アプローチのとらえ方、考え方、方向性などとは異なる部分があることが理解できました。実は、北欧の他国の調査において、「プレコーション的アプローチの各国での取組みや解釈は異なり、特にスウェーデンは独特なので是非、調査をすべきだ。」との話しを伺っていたので、なるほどという感じでもあります。

通訳者（スウェーデン在住の日本人）にスウェーデンの磁界ばく露に考え方について、どのように感じているかを聞いたところ、スウェーデンでは、日本と違い、決められたことに従うというよりも、何か問題になったら皆で考えるというスタンスであり、考える際には、出来ることと出来ないこと、つまり、実施することによるメリットとそれに必要な費用などとを比較するという習慣が子供のころから育まれているとのことでした。その観点からこの電磁界の話しもスウェーデンらしい考えが反映されていると感じられるということでした。

以上

JEIC レポート

「電磁波セミナー」のご案内

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に少しでも理解を深めて頂くために、送電線や家電製品など身のまわりの電磁波（電磁界）とその健康影響について、世界保健機関（WHO）などの科学的な見解をわかりやすくお伝えすることを目的としたセミナーを下記のとおり開催します。多くの方のご参加をお待ちしております。

1. 開催予定

開催都市	開催日時	会　場	定　員
浦　添　市	平成27年2月17日（火） 13：00～15：00	浦添市てだこホール 市民交流室 沖縄県浦添市仲間 1-9-3	50名
今　治　市	平成27年3月4日（水） 13：00～15：00	今治市民会館　2階 大会議室 愛媛県今治市別宮町 1-4-1	50名

※以降の開催につきましては、決まり次第、電磁界情報センターのホームページに掲載致します。

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）

・インターネットから：http://www.jeic-emf.jp/event/info.html

・ＦＡＸから：上記URLよりダウンロードしたFAX申込用紙に必要事項を記載、もしくは、ご住所、お名前、連絡先（電話番号、FAX番号）、電磁波セミナー開催都市を明記したものを下記お問い合わせ先へ送信

・ハガキから：ご住所、お名前、連絡先（電話番号、FAX番号）、電磁波セミナー開催都市を明記したものを下記お問い合わせ先へ郵送

【お問い合わせ先】

シーアンドピートレーディング株式会社　イベント運営部　電磁波セミナー事務局
〒150-0001　東京都渋谷区神宮前4-1-24オフィスイワタ第一　2F
TEL：03-5843-7229／FAX：03-6850-6916
URL：http://www.jeic-emf.jp／E-mail：gest-jeic@jeic-emf.jp

“放射線”と“電磁波”の防護原則会議に参加して

雑感その②

電磁界情報センター所長　大久保　千代次

放射線のさまざまな影響

“放射線”は遺伝子を傷つけ、影響が体に蓄積される「電離放射線」。“電磁波”は影響が蓄積されない「非電離放射線」であることを前号で説明しました。放射線は蓄積しますので、時間を考慮しなければなりません。例えば、ミリシーベルト（mSv）は、これまで、ほとんどの方は耳にすることのなかった言葉ですが、放射線被ばくの大きさ（線量）を表す単位です。同じ1ミリシーベルトでもそれが毎時なのか、毎日なのか、毎年なのかで意味する曝露量は全く異なります。毎時1ミリシーベルトが24時間1年間続くとすると、毎年8760ミリシーベルトに相当しますので要注意です。因みに、環境省では、被ばく線量年間1ミリシーベルトを、一時間あたりの放射線量に換算し、自然界にもともと存在する自然放射線量分を加えて算出。放射性物質による汚染への除去対策が必要かどうかの判断として、毎時0.23マイクロシーベルト（μSv：1マイクロは1ミリの1000分の1の単位）を採用しています。

話は変わりますが、太陽光も電磁スペクトラムの一つ。波長の違いによって赤外線、可視光線および紫外線に分けられます。可視光線は唯一眼で確認できる電磁波で、可視光線よりも波長の短いのが紫外線（UV）です。波長の短いほうから紫外線C（波長100～280ナノメートル；10^{-9}メートル＝10億分の1メートル）・紫外線B（波長280～315ナノメートル）・紫外線A（波長315～400ナノメートル）に分けられます。波長が短いほどエネルギーが強く有害です。さて、紫外線は、“電磁波”、“放射線”のどちらに属するのでしょうか？実は“電磁波”にも“放射線”にも属しています。紫外線Aと紫外線Bは「非電離放射線」に、紫外線Cは「電離放射線」に分類されています。しかし、「非電離放射線」に属する紫外線Bは、ばく露影響は蓄積して、皮膚がんを起こすことが分かって来ましたので、その線引きは微妙となります。

さて、生体にとって非常に有害な波長の短い紫外線Cは、成層圏にあるオゾン層によって全て吸収され、地表には到達しません。しかし、46億年前に誕生したといわれる地球。その時代の地球にはオゾン層は存在せず、宇宙から波長の短い紫外線が多量に地表に届き、とても生命を維持できる環境ではありませんでした。その後形成されたオゾン層は有害な紫外線から地球を守って生命誕生に深い関わりを持っていると考えられています。しかし、春期の南極や北極上空のオゾン層のオゾン濃度が減少してオゾンホールが生じていることが人工衛星の映像から分かりました。その主原因が冷蔵庫やクーラーの冷媒として使われていたフロンです。もし、オゾン層の破壊がこのまま続き、有害な波長の短い紫外線が地上に多量に降り注ぐことになると地球の生命体全てに甚大な傷害を与えますので、1987年のモントリオール議定書に沿って、今ではフロンガスの使用が禁止・制限されています。

紫外線の中では中間の波長をもつ紫外線Bは、成層圏のオゾンにより大部分が吸収されるものの、残りは地表に到達します。波長の長い紫外線Aは大気による吸収をあまり受けずに地表に達しますが、生物に与える影響は余りありません。

紫外線Bはビタミン D を生成させるので、健康に有益であると言えるでしょう。ビタミンとは、生命維持に不可欠な栄養素で、食物からしか得ることのできない微量物質ですが、ビタミンDは自分の

からだの中（皮膚）でも合成することができます。その合成を助けるのが紫外線B。ビタミンDの主な働きはカルシウム代謝の調整です。カルシウム摂取不足やビタミンD不足になると、骨のカルシウム蓄積が減少して、骨折の危険性が増し、骨粗鬆症の原因にもなります。中高年女性の半数近くがビタミンD不足と報告されています。骨のカルシウムは、食事から摂取するビタミンDだけでは不足気味ですので、紫外線Bによる合成もうまく利用することが必要となります。両手の甲くらいの面積に日向であれば15分程度、日陰では30分程度の日光浴で十分です。

なお、紫外線Bは、程度の差はあるものの、波長の短い紫外線Cと同様に皮膚がんの原因となることが分かっています。紫外線Bは皮膚の細胞の遺伝子DNAを傷つけ、それが皮膚がんの原因になると考えられています。国際がん研究機関は紫外線、太陽光、そしてサンベッド（人工日焼け用ベッド）は「発がん性がある」と評価しています。

角膜を通過した紫外線Bのほとんどは水晶体で吸収されます。紫外線Bばく露の影響は、急性影響として紫外線角膜炎（雪目（ゆきめ））、慢性影響として翼状片と白内障が知られています。眼科疾患の中で最も多い病気が白内障で、水晶体が濁るため、網膜まで光が届かなくなり視力が低下し、進行すると失明します。

また、長い年月かけて日光を浴び続けていると、皮膚のシミやしわが現れてきます。実は紫外線Bが慢性的な傷害の犯人であり、適切な紫外線防御対策をすれば防ぐことができます。昔も今も子供の時期に大量の紫外線Bを浴びていると考えられますが、その影響は何十年も経て現れてきます。子供の頃から紫外線を浴びすぎないように、帽子着用、衣類の工夫、UVカット剤使用などに心掛けることが大切です。日焼けサロンに通うは無論レッドカードです。

次号につづく

コラム

鳥の渡りと磁気コンパス

前回のコラムでは、メキシコからカナダまでアメリカ大陸数千キロの渡りをする蝶、オオカバマダラが渡りの時に磁気の影響を受けているのではないかとの紹介をしました。そして、渡りをする蝶の数が減ってきていること、生息地が減少していること、この絶滅に瀕している蝶の保護が叫ばれるとの話で話題を閉じました。その後、最新の科学雑誌にこのオオカバマダラの保護にメキシコ、アメリカならびにカナダの三国が作業部会を設置して取り組んでいることが紹介されました。そこでは、蝶の減少を防ぐため繁殖地の確保、エサとなるトウワタの生息地の自然環境の保全また回復などが謳われています。

さて、今回は、オオカバマダラと同じように長距離の渡りをする鳥が渡りの際に磁気を利用しているのではないかとの話題を紹介します。

150年ほど前に、ドイツ人を父としてエストニア女性を母としたロシアの動物学者で探検家のアレクサンダー・フォン・ミッデンドルフは鳥が渡りをする際、磁気コンパスを用いて航行している可能性があることを述べています。それから100年後の1960年代、ドイツの研究者、特にフライブルグ大学のウィルチコ等が中心となって、ヨーロッパコマドリ（*Erithavus rubecula*）が磁気コンパスによる定位を取ることを実験的に明らかにしていきました。その後、多くの研究者から鳥の磁気感知の存

在についての実験データが集められ、1980年代には鳥は地磁気による磁気コンパス機能を持っていることが認められるようになっていきます。

1975年には、ブレークモアが生体内に磁性物質を持っている細菌の存在を明らかにしました。これ以降、生体内に磁性物質を持っており、また行動に地磁気が作用している報告が数多くなされるようになりました。その結果、ミツバチ、カメ、クジラ、鳥類、爬虫類、昆虫類などが地磁気をその方向定位に用いていることが知られるようになってくると、そのメカニズムは何かの疑問が当然出てきます。

現在、動物がどのようにして磁気を感知するかに対して、大きく分けて3つの説が提案されています。一つは磁場の中で電気的な導体が動き回るとファラデーの電磁誘導則により、導体に起電力が生じます。魚は泳ぐと磁場を感知する説です。2番目は、走磁性バクテリアで見つかったように体内に内蔵するマグネタイトを利用して行動を制御する説です。ミツバチ、ハトなどもマグネタイトを体内にマグネタイトを持っていると言われています。3番目として、磁気感覚は生化学反応を介して得られるという説であります。これは鳥を用いた実験から明らかになってきた説であります。1970年代、化学反応、特にラジカル対生成における磁場効果が確認されてきました。

2000年、アメリカの研究者から生化学反応に対する磁場効果から、鳥の磁場感知についてのメカニズムが提案されました。網膜中の青色タンパク質であるクリプトクロムが光感受性磁気センサーとして、方位感覚が生じるという説であります。その後、2009年、リッツ等は鳥の網膜で視覚に関係し、クリプトクロム内にラジカル対が存在し、その光化学反応は地磁気で変化することを示し、鳥の方向感覚が地磁気に対してある角度で7MHzの磁界を加えると、鳥の方向感覚が失われることを報告しました。また、クリプトクロムは、ヒトを含め多くの動植物に広く共通に存在することが知られるようになってきました。

2014年5月15日付けのNatureに、磁気コンパスを用いて渡りをするヨーロッパコマドリが適切な渡りの方向を決められないという報告が、北ドイツ、ニーダザクセン州にあるオルデンベルグ大学の研究者よりなされました。この結果を要約すると次のようになります。2004年から2006年にかけて大学の構内で行った実験から、渡りの方向を決められないとする結果を得たが、なぜ方向を決められないかを確かめるために、周囲の電磁波をアルミで遮蔽した場合の実験を行った。その結果、遮蔽すると、コマドリの方向を決める能力が回復しました。さらに調べ、生活環境中に見られる約50kHzから20MHzの電磁ノイズ（electromagnetic noise）を人為的に加えると、コマドリは地磁気を用いた方位決定が出来なくなることが報告された。

これらは、電磁波によって鳥が磁気を感知する能力が失うかもしれないことを示唆する結果であります。もしこれらが本当であるとしますと、我々が作り出す人工的な電磁波が鳥の行動を阻害し、自然の生態に影響を及ぼす可能性を示しています。我々の周りに氾濫している電磁波は動物の行動を妨げているのでしょうか。

1980年、イギリスの研究者がヒトの航行についての実験を行い、磁気感覚による方向定位の可能性を示す結果を報告しましたが、反対の結果も得られており、ヒトの磁気感覚を示すような実験的な証拠は乏しいのが実情です。

（T.S）

参考文献

- 日経サイエンス：「蝶を守る3国同盟」2014年12月号、42頁（2104）。
- Engels S et al (2014): Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. Nature 509, pp.353-356.
- Ritz T et al (2000): A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. Biophysical Journal 78, pp.707-718.
- Ritz T. et al (2009): Magnetic compass of birds is based on a molecule with optimal directional sensitivity. Biophysical Journal 96, pp.3451-3457.
- Lohmann KJ (2010): Animal behaviour: magnetic-field perception. Nature 464, pp.1140-1142.

ヨーロッパ･コマドリ

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、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

今回のJEIC　NEWSが平成26年の最後の発刊となります。皆さまのお手元には、ちょうど年末にお届けできていることと思います。今年も電磁界情報センターの活動にご協力・ご賛同いただき、大変ありがとうございました。
来年も、ご支援ご厚情を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

管理・受託グループ　大坪　茂

JEIC NEWS　No.36　2014（平成26）年12月26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/