

# JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2014年6月発行

No.

33

Index

P2

単語が表現するもの

P3~12

**EMFトレンド情報**

ヨーロッパにおけるプレコーシヨンのアプローチについて  
(第4回:イタリア・デンマーク編)

P12

**JEICレポート1**

ホームページの新コンテンツについて

P13

**JEICレポート2**

大久保所長 『電波の日』総務大臣表彰を受賞

P14~15

**コラム**

ガルバーニの動物電気その後

P16~19

**電磁波のそこが知りたい!**

「電磁波はどこから出ているの? 第9回~自動車用充電装置編~」



電磁界情報センター

# 単語が表現するもの

情報調査グループマネージャー 小路 泰弘

電磁界情報センターには、情報調査グループと情報提供グループがあり、「情報を調査」し、それを「提供する」というセンター業務の2本柱を担っています。その中で私は情報調査を担当しており、日々発信される国内外のさまざまな電磁界関連情報を収集しています。また、それらの情報から更に詳しい情報が必要と考えられる場合は、個別に詳細な調査を行っています。

さて、これらの情報の多くは海外から発信されたものなので、英語を中心としてさまざまな言語で記述されていますが、ヨーロッパの国々の行政機関では、ホームページに自国語とともに、英語でも情報が掲載されていることがあります。センターで仕事をするまで、あまり英語にふれる機会がなかったため、情報調査業務で英語が必要とわかったときは正直、少々戸惑いを覚えました。

先日、フィンランドの電磁界の専門家に会う機会があり、その時、私は次のような質問をさせていただきました。「フィンランドの電磁界の行政機関であるSTUK（放射線・原子力安全局：Radiation and Nuclear Safety Authority）のホームページに子供の携帯電話についての記載があるが、具体的にどのようにしなさいと言っているのか」教えて下さいと。実際の記述は、英語で“Children's mobile phone use should be limited.”というものです。私

が直訳すると「子供の携帯電話の使用は制限されるべきです」となります。

回答は次のようなものでした。「親が必要と思うならば使用を制限したらよいというもので、そう思わない親は制限しないという意味です。“should”なので「したらどうですか」という感じです。“shall”ではないので。

「なるほど」。これが私の正直な感想でした。“should”と“shall”、単語の意味するところと、文が表している意味という2つの観点で説明して頂いたので、とてもすっきりと理解することができました。

中学時代、“should”を「・すべきである」と訳すと習いました。なんとなくこの日本語だと「するのが当然なのだ」とかなり強いイメージとなりますが、英語ではどちらかという「しないといけない」場合は“shall”を使うようです（ちなみにJIS規格では、Z8301（規格票の様式及び作成方法）において“shall”は「～（し）なければならない」、  
“should”は「…することが望ましい」と表現形式を定めています。）

今回の経験を通し、海外情報の場合、その意味するところをつかむには、このような語学力が基礎にないと誤った分析や解釈をしてしまうのだと改めて意識しました。

## ヨーロッパにおける

# プレコーシヨンのアプローチについて

## (第4回：イタリア・デンマーク編)

情報調査グループ 小路 泰弘(イタリア編)、崎村 大(デンマーク編)

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「プレコーシヨンのアプローチ (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、プレコーシヨンの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JEIC NEWS第21号をご覧ください)

電磁界情報センターでは、これまでプレコーシヨンのアプローチを導入している欧州の各国を訪れ、電力設備の建設・運用を行う電力会社(送電事業者)と電磁界政策を担当する行政に対してインタビューし、国によっては現地視察を行いその実情を調査してきました(JEIC NEWS第27号-ノルウェー、第28号-オランダ、第32号-スイス)。今号ではイタリア及びデンマークにおける状況を紹介します。



## —— イタリア編 ——

### イタリアについて

イタリアはヨーロッパ南部、地中海につきだした半島に位置します。その国土は長靴状で南北に細長い形をしていることで有名です。

北部にはアルプス山脈があり、スイス、オーストリア、フランスと、東側ではスロベニアと接しています。また、首都ローマにあるバチカン市国やサンマリノといった小国を包含しています。面積は日本の80%程度で本州と北海道を合わせた程度です。

国内には北部を東西に横切るアルプス山脈の他、イタリア半島を南北に縦断するアペニン山脈があります。また、南部シチリア島には活火山で有名なエトナ山があります。

歴史は大変古く、紀元前よりローマ帝国が栄え現在でも各地にその頃の遺構が残っています。例えばローマにあるコロッセオなどを見ると、当時から大変高度な技術力を持っていたことが容易に想像できます。ちなみにこの時代、日本では弥生時代頃でしょうか。



現在のイタリアは正式にはイタリア共和国 (Repubblica Italiana: イタリア語)。地方の行政区分としては、全国に20の州がありその下に100を超える県があります。また、県の中に市町村に相当するコムーネがあります。例えば首都であるローマ市は、「ラツィオ州ローマ県」の中にあるコムーネという形になります。

経済面では、GDP世界9位、EU諸国の中ではドイツ、フランス、イギリスに次ぐ4位です。機械、繊維、自動車などが主産業です。皆さんもご存じのように、多くのファッションブランドや高級なスポーツ車などがあります。

## 電力供給体制について

発電所の内訳は、水力が15%程度、火力が70%強、太陽光・風力・地熱が10%強程度となっており、原子力はありません。また、近隣諸国に対し電力価格が割高なため、隣国のスイス、フランスなどから電力を輸入しており、輸入電力の国内総供給量に占める割合は10%を超えています。

電気事業者は、1960年代、電力国有化により「イタリア電力公社 (Enel)」が設立され、事業をほぼ独占的に営んでいましたが、1990年代以降Enel社の民営化が進められるとともに、自由化も進められました。現在では、発電事業者はEnel社以外に主な事業者だけでも十数社になっています。

送電設備に関しては、Terna社が13.2万ボルト以上の設備を所管しています。なお、現在、Enel社はTerna社株を売却し資本関係はなくなり、Terna社の筆頭株主は政府系金融機関となっており、実

質的には政府の管理下にあるといえます。

配電事業者はEnel社以外に約100社がありますが、Enel社が80%以上のシェアをもっています。

## 訪問先

今回は、環境・国土・海洋省<sup>1</sup> (以下、環境省という。)、環境防護・研究庁<sup>2</sup> (以下ISPRAという。)、基幹系送電事業者Terna社のグループ企業であるTerna Rete Italia SpA社 (以下Terna社という。) に対してインタビューを行いました。

環境省は、イタリアにおける電磁界政策の担当省庁の1つでその中心的な組織です。



右 環境省: ロレツォ ロンバルディ氏

環境防護・研究庁は、イタリアの環境関係の研究を実施し、環境省へ専門的な助言を行う組織です。



右から2人目ISPRA: サルバトーレ クルクルト氏

Terna社は、63,500kmに及ぶ132kV以上の送電線を管理するイタリアで唯一の送電事業者会社です。

<sup>1</sup> イタリア語: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

<sup>2</sup> イタリア語: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



右Terna社：マッシモ レポリニ氏  
中Terna社：アリアナ グアリナリ氏  
左Terna社：リカルド パナジア氏

## プレコーシヨンのアプローチの実情

イタリアにおける電磁界の法律は、2001年に策定された「Legge 22 febbraio 2001, n. 36<sup>3</sup>：枠組み法」が基本になっています。この法律には、「誰（国、州など）が何をしないとイケないか」、また、「電磁界へのばく露についてどのような状態になくてはならないか」について記載されており、具体的に「その状態とはどこか」や「そこに達するために何をしなければいけないか」は別に定められることとなります。

まず、この法律の対象は、周波数が0～300 GHzの電磁界への一般市民、労働者のばく露であり、発生源としては、特に送電線（変電所含む）と無線通信設備が対象となっています（家庭用器具についても関連記載があります）。

次に「どのような状態」についてですが、基準値として「ばく露限度」、「注意値」、「質的目標」の3種類を規定し、その値を国が決めることと規定しています。「ばく露限度」は強い影響から健康を守るために決められた値で、いかなる状態でもこれを超えるばく露を受けてはならない値。「注意値」は、住宅、学校及び長期滞在の用に供される場所においてはこれを超えてはならない値で長期的影響からの防護を目的とする予防策であり、規定した期間および方法で達成されなければならないとなっています。最後に、「質的目標」は電磁界ばく

露を段階的に最小化することを目的とする値とされています。

また、この法律には、上記値を達成するための送電線の改善計画の提出、10年間でのその改善実施（注意値への対応）を規定しています。

その他、ばく露規制に関する事項以外に、環境における電磁界のレベルを明らかにするために全国土地台帳を制定することが規定されています。このデータベースはISPRAが担当しており、現在ほぼ出来上がっているということでした。さらに、家庭内などの器具に対しては電磁界を発生していることの明示を行うことや、予防措置をしなくても良いくらい電磁界が低い製品を決定することなども規定されています。器具への明示については輸入品の取扱いを検討中のため、現在、準備中であり、電磁界が低い製品の決定に関しては、一例としてWi-Fiが紹介されました。その実際例として、電車内（高速鉄道）でWi-Fi使用が可能になっていることにつながっているとの説明を受けました。

さて、具体的な数値（「その状態とはどこか」）については、「Decreto del presidente del consiglio dei ministri 8 luglio 2003<sup>4</sup>：首相令（電源周波数50Hzの送電線から発生する電界及び磁界へのばく露から国民を保護することを目的としたばく露の限度、注意値、質的目標の設定）」で定められています。

### 【ばく露限度】

・送電線から発生する周波数50Hzの電界・磁界にばく露されるケースにおいて、磁界は100 $\mu$ Tをばく露限度、電界は5kv/mを限度として超えてはならない。

### 【注意値】

・電源周波数50Hzから発生する磁界へのばく露により、長期的に生ずる可能性のある影響からの保護を目的とした予防的措置として、児童

<sup>3</sup> イタリア語： Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

<sup>4</sup> イタリア語： Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualita' per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete(50Hz) generate dagli elettrodotti.

公園、住宅地、学校、1日4時間以上の人々のとどまる場所については、 $10\mu\text{T}$ を磁界の注意値とする。

### 【質的目標】

・児童公園、住宅地、学校、1日4時間以上の人々のとどまる場所に新しく送電線の設置を計画する際、及び、既に存在する送電線及び電力設備の近くに住宅等を新たに建設する際は、送電線から発生する電界・磁界へのばく露の段階的削減を目的として $3\mu\text{T}$ を磁界の質的目標とする。

「ばく露限度」は、一般的な場所における電磁界のレベルであり、ICNIRPガイドライン（1998年度版）と同じです。

「注意値」は、学校など1日4時間以上人がとどまる場所における、既にある送電線から発生する磁界の値に対するものです。

「質的目標」は、学校など1日4時間以上人がとどまる場所における、新設の送電線から発生する磁界、逆に既にある送電線の近くに住宅などを建てる場合の値です。

まず、「質的目標」に対する対応ですが、この法令により、新たに送電線を建設・改修（増強）する場合、送電事業者は、環境影響（例えば景観、水質汚濁、騒音など）について環境省等の審査を受ける際、電磁界についても説明が必要となり、送電線のルート周辺のどのエリアや空間が $3\mu\text{T}$ を超えるゾーンかということを示し、評価を受けることになります。

また、送電事業者としてはこの審査に向けて、ルートの計画段階で地方自治体や関連する団体と、複数のルート案を示して協議を行っているようで、この協議には多くの組織が関係することからルート決定までには年単位の時間がかかる場合があるとのことでした。しかしながら、それでもこの協議を行うことで、ルートが決まったあとで問題が起き工事が止まってしまうということが防げると考えてもいるようです。

逆に、既にある送電線の近くに新たに住宅を建てる場合は、建てる側の人々が申請をして審査を受

けることになり、 $3\mu\text{T}$ のゾーンに入る場合は許可されないことになるそうです。どうしても建てたい場合は、住宅を建てる側が費用を負担して送電線の場所を変更（移動）することになるけれど、そのようなことは認められないだろうとのことでした。

一方、「注意値」への対応ですが、これについては先述しましたが「枠組み法」の中で、既存の設備について改善計画を立て、10年で改善を実施するとされています（調査は2013年10月ですので既に法発効から10年経過）。この対応状況について確認しましたところ、現時点で「注意値」を超える設備の具体的な改善方法は規定されていないとのことでした。先述のように、イタリアでは電磁界の規制について2001年に「何をしないといけないか」、また、「電磁界へのばく露についてどのような状態になくってはならないか」が枠組み法で、2003年に「その状態とはどこか（数値）」が首相令で定められ、続いて「その数値に達するために何をどうしなければならないか」を出すという流れとなっていたが、この最後の部分がまだ定められていないというのが実態でした。

この理由を尋ねたところ、担当箇所である環境省は、「何をどうするか」を定める草案を作成し、関係各省との調整を行ったところ、「コストバランス」を見るべきであるとの意見が出され、現在、環境省などがその検討を行っており、現時点で規定できていないとのことでした。

この「コストバランス」とは、「注意値」を達成するために設備の移動などを行うことになるが、そのコストがどのくらいかかるのか、逆にそのコストに対しどれだけの健康利益があるのか」という観点から最大限の良い結果を得るためにどうすべきかを検討するということだそうです。

簡単に言えば、「コストがかかるということは電気代があがることなので、市民にとって負担（経済面）となるため、どのようにすれば一番コスト対健康利益のバランスがとれるのか」、また、「設備の移動や変更において、どの方法が一番コストのかからない方法なのか」を定めようとしているとのことでした。



Terna社前の送電鉄塔  
(あざやかな青色の塗装が印象的)

送電事業者であるTerna社に聞いたところ、既設設備の改修については規定の策定が草案でとまっているという状況なので計画的には実施していないとのことでした（但し、他の理由で実施する工事において個別に対応出来る場合には検討したことはある）。

## プレコーシヨンのアプローチの反響

最後に、このようなICNIRPのガイドライン値よりも低く、世界的にも厳しい数値を規定（法律）したことによって国民の不安（リスク認知）はどのよ

うになったかについて質問をしました。

まず、なぜこれほど厳しい数値を設定したのかについてですが、電磁界は目に見えない、匂いでも耳でもわからないものであり、非常に人々に不安をかきたてるものなので、数値として設定したとのことでした。規制値を定める側としては、このような人々の状況や電磁界の特性などをさまざまに検討し、数値を設定することが市民の不安への対応として「良いことである」と考えたそうです。ところが、数値を示すことが逆に市民の不安をかきたててしまったとのことでした。制限値を設定した行政としては、このような厳しい値を制定し「行政は管理しているので安心して欲しい」との思いだったが、市民はその数値よりも少し高いとなると逆に不安になるといった感じになってしまったようです。

イタリアでは、市民への不安の対応として数値の設定だけではなく、各所の測定値などをデータベース化し公開していくなど情報を広く市民に提供するということも合わせて行っていると考えているとのことでした。

\*\*\*\*\*

## —— デンマーク編 ——

### デンマークについて

デンマークはドイツと国境を接するユトランド半島と、スウェーデンと橋で繋がり首都コペンハーゲンがあるシュラン島や、ユトランド半島とシュラン島の上に位置し世界的な童話作家アンデルセンの出身地古都オーデンセがあるヒュン島など大小443の島で成り立っており、これらの多くの島が橋で結ばれています。面積は九州とほぼ同じですが、人口は約半分の560万人です。国土は平坦で、標高が最も高い場所でも173mしかないので、郊外を電車で移動する際は、畑や林が遠くまで広がるのどかな風景が楽しめました。また、北欧に位置していますが、北大西洋海流の影響を受け比較的温暖であり、積雪することはあまりないそうです。

デンマークといえば、陶磁器メーカーのロイヤルコペンハーゲンや玩具メーカーのレゴブロックなどが有名ですが、デザインの聖地と呼ばれることもあるように、入国したコペンハーゲン空港をはじめ建物の外観や街並みなど景色に対するこだわりを持っていることを、今回の調査では強く感じました。

### 電力供給体制について

デンマークは多くの島で構成されており、今からわずか4年前までは、国内の基幹送電系統はグレートベルト海峡により、シュラン島などの東部系統とユトランド半島やヒュン島などの西部系統で分断され、東西別々の運用を行っていましたが、2010年に東西間が40万ボルト（400kV）直流

海底ケーブルで連係されました。東部はスウェーデン及びドイツと直流海底ケーブルで、西部はノルウェー及びスウェーデンとは直流海底ケーブルでドイツとは交流架空線で連係されており、隣接国と電力融通を行っています。さらに、近年は洋上風力発電などの不安定な電源増加などに対応するため、新たにノルウェーやオランダとの間で国際連系線の強化が進められています。

デンマークでは2003年に一般家庭を含め電力が全面自由化され、発電などの競争部門と送配電の規制部門は分離されており、送電部門（100kV以上）は所有権分離、配電部門（100kV未満）は法的分離されています。送電設備は政府の意向を受け、徐々に地方電力会社からEnerginet.dk社へ移管が進み、2012年1月にはすべての送電線をEnerginet.dk社が所有することになりました。100kV以上の変電所についても現在、地方電力会社からEnerginet.dk社へ移管が進められている状況です。100kV未満の配電設備は現在でも地方電力会社（配電会社）がそれぞれ所有しています。配電会社の中には日本の生活協同組合のように消費者が共同で運営する企業もあります。



### 訪問先

今回のインタビューでは、デンマークがん協会<sup>1</sup>、Energinet.dk社及びDONG Energy社の3者を訪問しました。

デンマークがん協会は国内最大の非政府組織（NGO）の研究機関であり、国民の1割に当たる

50万人が会員です。今回インタビューをしたクリストファー ヨハンセン氏は、デンマーク保健局<sup>2</sup>の評議委員を務め、国民向けに電磁界の健康影響に関する情報を発信しています。なお、同国の電磁界政策は国家健康委員会<sup>3</sup>が担当していましたが、同委員会は2012年3月に医薬品庁<sup>4</sup>との合併でデンマーク保健局に再編されました。

デンマークのがん記録は、1943年以降すべて登録されており、国際的に最も歴史があります。ヨハンセン氏が所属する当協会がん疫学研究所<sup>5</sup>は年間100件以上の論文を発表しています。



デンマークがん協会 クリストファー ヨハンセン氏

Energinet.dk社<sup>6</sup>は2004年12月に気候変動・エネルギー省<sup>7</sup>の傘下として設立された国営企業で、非営利組織です。送電設備（主な電圧は400kV、220kV、150kV、132kV）の計画、建設、運用（TSO：Transmission System Operator）を行い、周辺国との連系送電線も共同所有しています。また、ガスパイプラインや国内に2箇所ある天然ガス貯蔵施設の1箇所を所有しています。

なお、Energinet.dk社へのインタビューでは、同社が委員長を務めるデンマーク電力産業磁界委

<sup>1</sup> 英語：Danish Cancer Society  
現地語：Kræftens Bekæmpelse  
<http://www.cancer.dk/forskning/>

<sup>2</sup> 英語：Danish Health and Medicines Authority  
現地語：Sundhedsstyrelsen

<sup>3</sup> 英語：Danish National Board of Health  
現地語：Sundhedsstyrelsen

<sup>4</sup> 英語：Danish Medicines Agency  
現地語：Lægemiddelstyrelsen

<sup>5</sup> 英語：Institute of Cancer Epidemiology  
現地語：Institut for Epidemiologisk Kræftforskning

<sup>6</sup> <https://www.energinet.dk/DA/Sider/default.aspx>

<sup>7</sup> 英語：Danish Climate and Energy Ministry  
現地語：Klima-, Energi- og Bygningsministeriet

員会<sup>8</sup>のコンサルタントも同席しました。同委員会は国内の電力会社及び安全技術庁<sup>9</sup>で構成され、電磁界情報センターと同じようにニュースレター発行やパンフレット作成などの活動を行っています。



Energinet.dk社  
(左) ウィベケ ホーリック氏 (右) クライスティアン ジェンセン氏



電力産業磁界委員会 リkke ポルカセン氏

DONG Energy社<sup>10</sup>は2006年に国内エネルギー企業6社が合併し設立された、北欧を中心に事業活動する総合エネルギー企業です。株式の8割をデンマーク政府が保有する国営企業ですが、Energinet.dk社と異なり競争部門を抱え営利目的が認められています。コア事業は石油及び天然ガスの調査や生産で、電力事業は風力及び汽力発電（地域熱暖房を含む）、配電、販売、電力取引です。特に、洋上風力は世界一を誇ります。所有する配電設備は首都コペンハーゲンを含むシェラン島北部で、電圧階級は50kV、30kV、10kV及び400Vになります。

<sup>8</sup> 英語: Magnetic Fields Committee of the Danish electricity industry

<sup>9</sup> 英語: Danish Safety Technology Authority  
現地語: Sikkerhedsstyrelsen

<sup>10</sup> <http://www.dongenergy.com/en/Pages/index.aspx>



DONG Energy社  
(左) ジョン ペータソン氏 (右) ヨーン ベンツェン氏

## プレコーシヨンのアプローチの実情

高電圧設備近くに住む子どものがんに関する北欧の疫学調査が見直されたことを受け、デンマークでは1993年に国家健康委員会が以下の3項目を勧告し、プレコーシヨンのアプローチが導入されました。

- ・既存の高電圧設備の近くでは、住宅や児童施設を新設しない。
- ・既存の住宅や児童施設の近くでは、高電圧設備を新設しない。
- ・「近く」の概念は一般化して定義することはできず、状況に応じて実際のばく露レベルに関するアセスメントにもとづき決定しなければならない。

ちなみに、既存の住宅や児童施設、高電圧設備そのものは、勧告の対象外です。また、静磁界は健康リスクが疑われることがないため、直流設備も対象外です。

2007年には、世界保健機関（WHO）が低周波電磁界の健康影響リスクを評価した「環境保健クライテリア（Environmental Health Criteria）238」を公表したことを受け、国家健康委員会はプレコーシヨンのアプローチ政策を再評価した結果、用語などのわずかな修正を除き、変更の必要はないと結論しました。

デンマークでは送電設備（100kV以上）を建設する場合、計画ルートが複数の自治体を経過するため、電力会社は気候変動・エネルギー省に工事計画を申請し、国の環境機関が環境影響調査を行います。その後、計画ルートの経過自治体が住民

などを対象に公聴会を開催し、工事計画を審査します。100kV未満の設備に関しては、工事計画申請の対象外で環境影響評価も行われていません。

勧告では「近く」の距離が具体的に示されていないので、ルートを決める電力会社と審査する自治体は、簡単に業務を進めることができなかつたそうです。電力会社は国に対して、「近く」を明確化するよう求めましたが、国は必要ないとの考えでした。

そこで、デンマーク電力産業磁界委員会は地方自治体連合（98自治体）<sup>11</sup>と共同で、「建設プロジェクトの計画と検討における環境スクリーニングへのプレコーション的アプローチ」と名付けたガイドライン<sup>12</sup>を2010年に刊行しました。作成にあたり両者は保健局も誘いましたが、タッチしたくないとの理由で断られたとのこと。しかし現在では、保健局はガイドラインについてデンマーク電力産業磁界委員会に質問したり、関係者へ紹介しており、このガイドラインを信頼しているようです。

## ガイドラインの内容

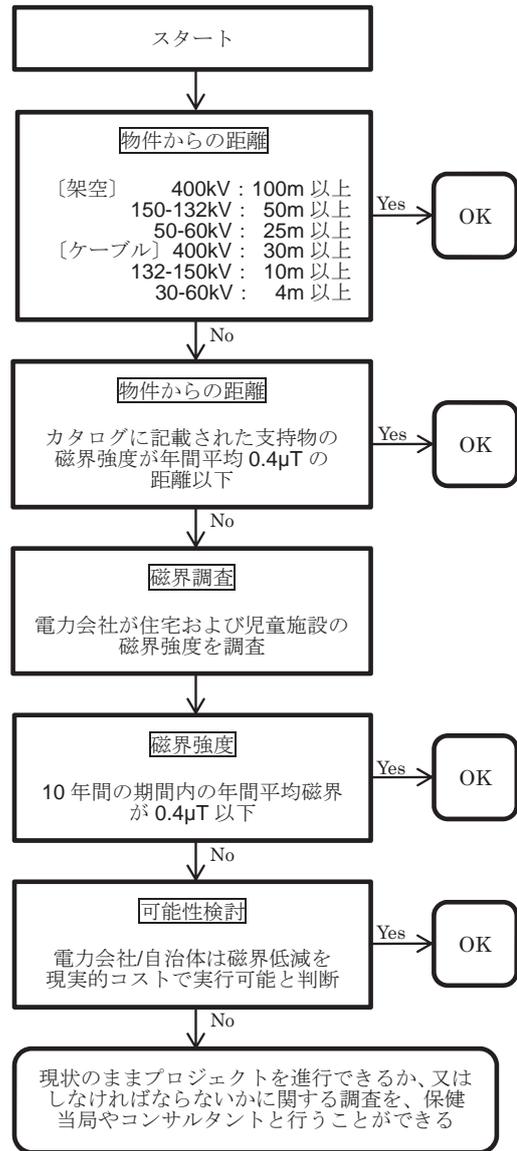
ガイドラインでは、送電線を計画する際の具体的なフローが、右図のとおり示されています。

フローにあるカタログ<sup>13</sup>はガイドラインと同じく2010年に刊行されたもので、各電圧階級の支持物高さやケーブル配置などのモデルを決め、支持物やケーブルの中心からの距離と磁界の関係をグラフで示しています。磁界算定では、2015年に予測される年間平均電流を諸元にしています。

ガイドラインには磁界低減の方法も以下のとおり記載されていますが、フローにあるとおり現実

的なコストで対策できることが条件であり、架空線の地中化は含まれていません。デンマークは人口密度が小さく、大きな山もない地形条件ですので、現実的コストで0.4 $\mu$ T以下にすることは可能ということです。なお、ガイドライン（英語・デンマーク語）及びカタログ（デンマーク語のみ）は、地方自治体連合及びEnerginet.dk社それぞれのHPから入手可能です。

（注：分かりやすいように表記しました）



### 〔新しい住宅や児童施設〕

新しい住宅や児童施設が計画されている際、最も一般的な対策は架空送電線や高電圧設備との距離を離すことである。高電圧設備に最も近い部分に道路を通したり、広場、ガレージ、倉庫などを配置する、あるいは児童が就寝したり長

<sup>11</sup> 英語: Local Government Denmark (LDGK)

現地語: Kommunernes Landsforening (KL)

<sup>12</sup> 英語: Guidelines Applying the precautionary approach on environmental screening in connection with the planning and consideration of building projects

現地語: Vejledning Forvaltning af forsigtighedsprincip ved miljøscreening, planlægning og byggesagsbehandling.

<sup>13</sup> タイプ別高圧送電線の磁界規模

現地語: Katalog : Magnetfelternes strørrelse ved forskellige typer højspændingsanlæg

時間過ごす部分を電力設備から最も遠い部分に置くことなど、計画段階で実行可能である。

〔新しい高電圧設備〕

高電圧設備の新設では、住宅や児童施設までの距離を離すこと、他の送電塔を使用すること、送電塔が支持する電線の配置を最適化することが可能な手段として挙げられる。100kV以上の高電圧設備が発する磁界が年間平均で $0.4\mu\text{T}$ を超える場合、通常では買収が提案される。住宅の買収の提案は景観への影響や資産価値減少も含めた全体的査定に基づいて行う。

## プレコーシヨンのアプローチの反響

今回インタビューした3者いずれも、プレコーシヨンのアプローチによるリスク認知の変化はないと言っていました。

デンマークがん協会のヨハンソン氏は、低周波磁界に対する一般市民の心配の度合いは低下してきており、デンマークには世界一古いがん記録が残り、電磁界の健康影響に関する研究で国際的に重要な役割を果たしてきたこと、研究が進展し当初心配されていた脳がんや乳がんへの影響が除外され小児白血病のみに絞られてきたこと、疾病との関係を示す証拠が出てこないことが大きな理由であるとの見解を紹介してくれました。

## インフラストラクチャー計画

冒頭にも書きましたがデンマークではデザインを大切にしており、政府は2008年に景観政策として新たな架空送電線を建設しないことを明確にしたインフラストラクチャー計画を決定しました。

その計画によると、既設の150kV以下架空線も2030年までにすべて地中線又は海底ケーブルに張り替えられます。220kVの送電線は主に洋上風力用ケーブルであり架空線の建設計画はありません。400kV送電線も現在建設中のものを除き、今後建設されるものは技術的課題を抱えています。ケーブルになります。ただし、現段階では新たな計画はないとのこと。なお、デンマークの地中送電線は畑の中を（極端に言うと最短距離で）経過

していますので、日本のように道路下に埋設する必要はなく、距離が短く建設コストも安くなるようです。

これらの対策に必要となる費用は、託送料金つまり電気料金として回収することが認められています。

## イーグルマスト

上述のガイドラインを初めて適用したのが、KassøとTjeleを結ぶ巨長180kmの400kV送電線です。

インフラストラクチャー計画では送電線のケーブル化（地中線、海底ケーブル）が重要な要素になっていますが、一方で洋上風力発電などの持続可能エネルギーの増加や国際連系状況の変化により、強力な基幹送電線が必要になってきました。そこで政治的決断により、新たな400kV架空送電線を建設する代わりに、架空送電線の撤去やケーブル化を6箇所で開催することになりました。インタビュー時も、Energinet.dk本社（Fredericia市）のすぐ近くで、海峡越しの架空送電線を海底ケーブルへ張り替える工事が行われていました。



イーグルマストを採用した理由も、景観を重視するという政策が背景にあります。従来の標準的な400kV鉄塔は1回線水平配列ですが、イーグルマストの形状は2回線（3導体／相）3角配列で、腕金の下面は黒っぽく塗色されており、遠くから見ると塔体も腕金も細く見えます。建築家やデザイナーから「人間には黒色しか見えず感覚的にプラスイメージだ」とアドバイスされたそうです。なお、景観対策として採用したイーグルマストですが、磁界の強さについて従来の鉄塔と比較すると、鉄塔中

心から20mの地点まで小さくなり、50mを超えると逆に20%程度大きくなります。下の表に磁界の距離特性を示します。(2015年に予測される年間平均電流で算出)

鉄塔中心からの距離 (m)	磁界 ( $\mu\text{T}$ )	
	従来1回線鉄塔	イーグルマスト
0	6.6	4.3
10	6.0	4.1
20	3.6	3.1
30	1.8	2.0
40	1.1	1.2
50	0.68	0.81
60	0.48	0.57
70	0.35	0.43
80	0.27	0.33

イーグルマストは耐張鉄塔、懸垂鉄塔とも鉄塔型が数種類ありますが、いずれも高さが40m程度で、鉄塔は4分割され現地でクレーンを使い組み立てています。畑では鉄板を敷く必要がありますが、鉄塔予定地はすべて車両が進入可能ですので、保守作業もリフトを使用します。他の既設鉄塔も車両進入が可能とのことで、Energinet.dk社の担当者は、この15年間鉄塔に昇っていないと言っていました。

## JEIC レポート 1

# ホームページの新コンテンツについて

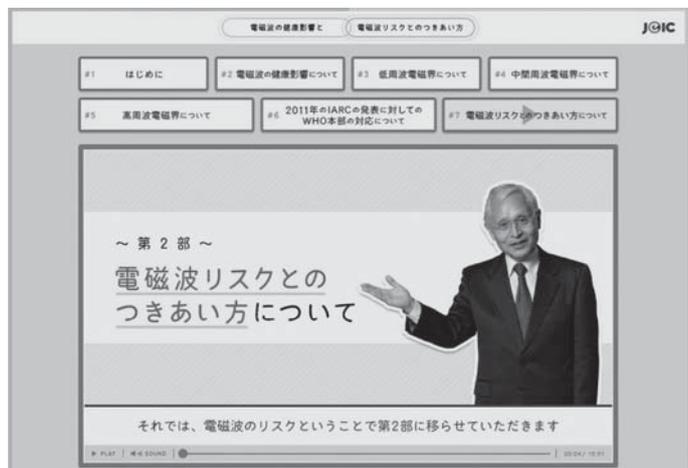
情報提供グループ 高橋 一弘

## WEBセミナー「電磁波の健康影響と電磁波リスクとのつきあい方」

この度ホームページ上に、会場に来ることができない方でもセミナーを聴講できるWEBセミナーを開発しました。

収録は、様々な消費者団体様や学校関係団体様から依頼をいただき、当所から出向いて実施している依頼講演会と同じ内容を7章に分け、知りたい情報のある章だけをピックアップして見るできるようになっております。各章の内容は、1章「はじめに」、2章「電磁波の健康影響について」、3章「低周波電磁界について」、4章「中間周波電磁界について」、5章「高周波電磁界について」、6章「2011年のIARCの発表に対するWHO本部の対応について」、7章「電磁波リスクとのつきあい方について」となっております。用語の説明、セミナー資料のダウンロードもできるようになっているため、初めて勉強される方にも、改めて勉強をし直す方にも最適な内容になっています。ぜひ時間のあるときにトップページのバナーをクリックしてご覧ください。

最後の章の末には、アンケートページを設けております。今後の改良に生かすため、回答にご協力いただくと幸いです。



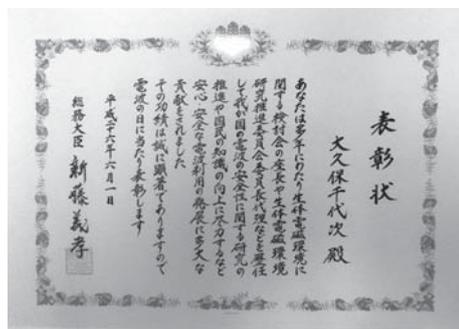
## 大久保所長 『電波の日』総務大臣表彰を受賞

管理・受託グループ マネージャー 伊藤 勇

大久保所長が『電波の日』総務大臣表彰を受賞されました。

今回の受賞は、多年にわたり、「生体電磁環境に関する検討会」座長及び「生体電磁環境研究推進委員会」委員長代理などを歴任し、我が国の電波の安全性に関する研究の推進や国民の知識の向上に尽力するなど、安心・安全な電波利用の発展に多大な貢献をしたことが高く評価されたもので、表彰状は記念中央式典において新藤総務大臣の代理として上川総務副大臣より授与されました。

なお、式典は第64回「電波の日」にあたり、平成26年6月2日（月）、帝国ホテルにて、総務副大臣、高木衆議院総務委員長、山本参議院総務委員長、靱井電波協力会代表（日本放送協会会長）他、約1,500名の参加のもとでとり行われました。



### 大久保所長からのメッセージ

授賞式の模様がNHKのニュースで取り上げられたこともあり、その後、多くの皆さまよりお祝いの言葉をいただきました。

今回は大変栄誉な大臣表彰を賜り、これもひとえに皆さま方からのあたたかいご支援とご指導の賜物と心より感謝申し上げますとともに、今後とも電波の安心・安全利用の発展に尽力して参りますので、ご指導・ご鞭撻の程よろしくお願い申し上げます。

#### ・電波の日

昭和25年（1950年）に電波法、放送法及び電波監理委員会設置法が施行され、それまで政府専掌であった電波の利用が広く国民に開放されたことを記念して「電波の日」を設け、国民各層の電波の利用に関する知識の普及・向上を図るとともに、電波利用の発展に資することになっている。

## コラム

# ガルバーニの動物電気その後

18世紀後半、カエルの下肢筋の標本を用いた研究から、ガルバーニとボルタによる動物電気と金属電気の論争がなされ、ボルタによる電池の発明、また今日の電気生理学、電磁気学が発展してきたことはあらためて述べるまでもありません。論争では、ボルタはガルバーニの説明に反対し、電気の発生は2種類の金属の間での接触によって生じる電位差によるもので生物から電気が生じるものではないとしました。しかし、ガルバーニは甥のアルデーニと一緒にカエルの下肢筋標本で切断した神経端を筋にのせると筋が収縮することを見出し、金属がなくても筋の収縮が起きることを観察しました。

その後、イタリアの物理学者でボローニア及びピサの両大学の教授を勤めたマトッチが生物内で電気が発生することを明らかにしていきます。マトッチは二つの神経筋の標本を準備し、一方の神経を電氣的に刺激し、筋の収縮が起きると他方の標本の筋にも収縮が起きることを見出し、一方の筋が収縮した時に筋肉に電流が生じ、それが他方の神経を刺激する結果、筋の収縮が生じたと考え

ました。これはガルバーニが行った実験を再現しており、生物電気、生物内に電気が発生することが明らかになりました。

マトッチの実験、神経や筋肉で起きる電気現象を更に詳しく調べ、定量的に明らかにして、後の電気生理学の発展に寄与したのが、デュ・ボア・レーモン (Emil Heinrich Du Bois-Reymond: 1818-1896) です。デュ・ボア・レーモンは師匠のベルリン大学教授のヨハネス・ミューラーからマトッチが行ったカエルの実験の結果を再現させることを研究課題として与えられました。1841年に研究を開始し、彼は神経及び筋肉の内部で起こっている電気現象を解明し、筋の収縮によって生じる筋からの電流を記録し、生物から電気が起こることを示し生物電気の存在を証明しました。デュ・ボア・レーモンはベルリン大学で生理学の教授を勤め、後にベルリン大学の総長になっています。父親はスイス・ヌーシャテル州生まれの時計工で、ベルリンに移住し、プロイセンの官吏を勤めています。母親はフランスを追われたユグノー派の末裔であります。

デュ・ボア・レーモンが行った実験の後、同僚でベルリン大学教授のヘルムホルツは、神経の興奮伝達概念を明らかにしました。ヘルムホルツは、最初医学を学び、その後物理学にも興味を持った生理学者、物理学者であります。電磁波の存在を明らかにしたヘルツはヘルムホルツの教え子であります。

神経の興奮伝達概念では、神経の異なる二点を刺激して、それぞれの場合で痙攣が起こるまでの時間（潜時:latency）を測定し、潜時の差が二点間で興奮が伝わる時間であるとしてしました。ヘルムホルツはこの潜時の測定を行い、カエルの坐骨神経での興奮が伝わる速度を30メートル/秒と算出しました。

このような物理学的な測定手法を取り入れた実験が突破口となり、神経を対象にする神経生理学が進展して行きました。今日、興奮の伝達は神経のごく接近した二点間に流れる局所電流が次々と移っていくことで説明がなれています。

一方、生物における電気の発生メカニズムについては、1912年に発表されたベルンシュタインの膜理論 (Membrane theory) をきっかけとして、1945年のホジキン、ハックスレーのイオン説 (ionic theory) と発展していきます。ベルンシュタインの理論では、細胞の形質膜はKイオンに対して選択的に透過性を持っており、電気的二重層

が形成され、静止膜電位が発生するとするものがあります。その後、Kイオン以外に、NaイオンやClイオンも透過性を持っていることがわかり、Naイオンの透過性が膜電位の変化、例えば活動電位の発生に主役を演じていることがホジキン、ハックスレーらが実験的に明らかにしました。

ベルンシュタインはデュ・ボア・レーモンの弟子に当たります。同じ弟子のヘルマンは神経線維の電気的な性質を抵抗と容量という言葉で表し、神経線維の膜は多数の抵抗と容量が並列的に繋がっていると、神経線維の活動を表すために電気回路的な類推を可能にしました。

ガルバーニの動物電気の発見、デュ・ボア・レーモンによる神経における電気現象の発見・記録、ヘルムホルツによる神経の興奮伝達速度の測定など、物理的な手法を取り入れた実験研究を経て神経生理学が進歩し、生物の電気現象が詳細に調べられていきます。その結果が、アイントローフェンの心電図 (ECG)、ベルガーの脳波 (EEG) などとなって医学に大きく貢献して行きました。

この間、電子工学の進歩が相伴っているのはよく知られているところでもあります。



27歳頃のヘルムホルツ

(T.S)

## 自動車用充電装置編

情報調査グループ 崎村 大

「電磁波はどこから出ているの？」と題して、これまで「電子レンジ」や「太陽光発電」、「自動車」から発する電磁波やその仕組みを説明してきました。今回は、電気自動車の普及に関連して設置が進む「自動車用充電装置」からの磁界を測定しましたので、紹介します。

### 【概要】

電気自動車やプラグインハイブリッド車(PHV)の充電方式は、急速充電と普通充電の2種類あります。

急速充電方式は三相交流 200 ボルト(V)の電源を必要とし、充電器本体で直流に変換し自動車に充電します。充電時間が短くすむので、高速道路のサービスエリアやショッピングセンターで設置が進んでいるようです。

一方、普通充電方式は単相交流 100V 又は 200V 電源を用いて、直流に変換することなく自動車に充電します。急速受電方式に比べ充電に時間を要しますが設置費用の負担が小さくなるので、長時間駐車する事務所や住宅への設置が適しているようです。

### ＝測定内容＝

充電時の静磁界及び交流磁界を測定し、交流磁界については周波数も分析しました。また、充電ケーブルに流れる電流の大きさも測定しました。

〔充電装置〕 急速充電 2 タイプ・普通充電 2 タイプ

〔測定対象〕 充電器本体・車両充電口・充電ケーブル

〔測定条件〕 測定開始時の車載バッテリー残存容量の割合(SOC : State of Charge)を以下の3ケース設定し最長 60 分間測定(60 分経過する前に充電完了した場合はその時点で測定終了)

急速充電：20%・40%・60%

普通充電：20%・50%・90%

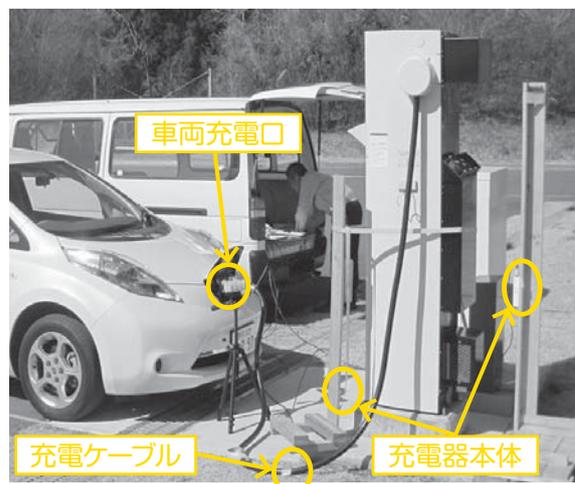


図1 測定対象

### ＝測定結果・考察＝

- 急速充電時に発生する静磁界及び低周波磁界、並びに普通充電時に発生する低周波磁界の強さは、いずれも人への健康影響を考慮して国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)が公表している『電磁界ばく露の制限に関するガイドライン』の磁界参考レベルよりも小さい値でした。
- 急速充電時に発生する静磁界の強さは、充電開始時が最も大きく、時間が経過するとともに減少しました。
- 普通充電時に発生する低周波磁界は複数のピーク周波数を有していますが、最も磁界の強さが大きい周波数は 50 ヘルツでした。



# 電磁波のそこが知りたい!

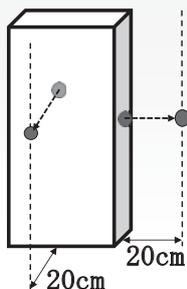
「電界」と「磁界」をあわせたものを電磁界と呼びます。電磁界は周波数が高くなると、電界が磁界を生み磁界が電界を生み…というぐあいに、次々と波として遠くに伝わる性質が強くなっていきます。この波のことを「電磁波」といいます。センターのホームページなどでは「電磁界」と呼んでいますが、ここでは、一般の方々へのわかりやすさの観点から「電磁波」と呼びます。

自動車用充電装置の磁界測定について、もう少し詳しい結果を以下にまとめていますので、関心のある方は御一読ください。

## 【測定位置】

### ＜充電器本体＞

最初に本体側面全てをセンサーで接触させて走査し、磁界の大きい2面それぞれの最大位置を抽出したうえで、そこから水平に20cm離れた位置の磁界を測定した。



### ＜車両充電口＞

車両に人が接触した状態で充電用コネクタを把持する手の位置として、充電口から水平に6cm離れた位置の磁界を測定しました。

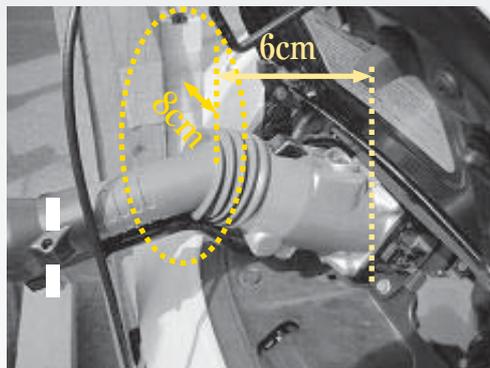


図2 センサー位置(上:充電器本体、下:車両充電口)

### ＜充電ケーブル＞

充電ケーブルを直線に伸ばしセンサーを接触した状態(距離0cm)で磁界を測定しました。なお、普通充電時は充電ケーブルをループにしてセンサーを接触した状況も測定しました。

いずれの測定においても、測定センサーは木製治具等で固定しました。

## 【充電装置本体仕様】

種類	急速充電器		普通充電器	
	タイプA	タイプB	タイプC	タイプD
定格入力	三相交流 200V・49kW	三相交流 200V・49kW	単相交流 200V	単相交流 200V
定格出力	直流最大 500V・125A	直流最大 500V・125A	交流 200V・15A	交流 200V・16A

## 【測定結果】

### ＜急速充電時の静磁界＞

急速充電器タイプAの充電ケーブルから発生する静磁界の時間特性を図3に示します。なお、充電時に測定される静磁界は、充電電流による磁界に地磁気が

加算された磁界であるため、測定した磁界の各軸成分から地磁気の各軸成分を減算しました。

図3に示すとおり、静磁界は電流の変化と相関があり、充電開始時が最大で時間が経過するとともに減少しました。

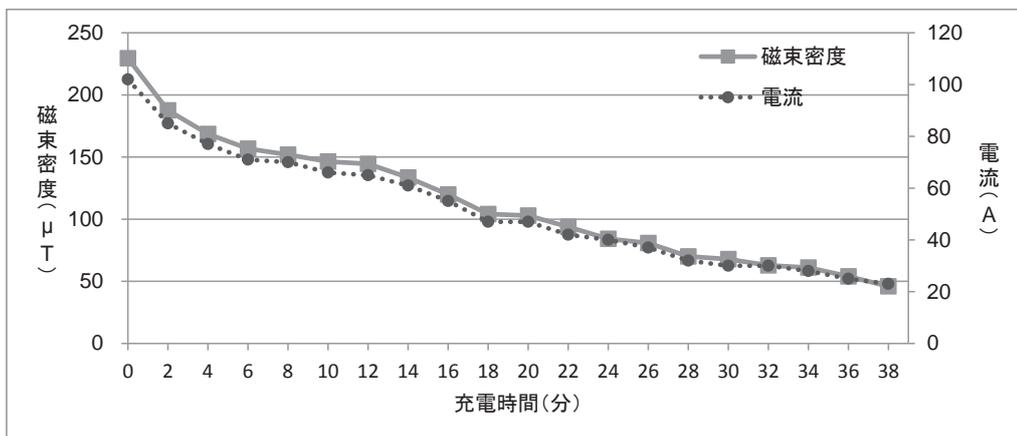


図3 急速充電時の静磁界の時間変化 (タイプA: SOC 20%、充電ケーブル)

次に、各測定位置における静磁界の最大値と充電時間を表1に示します。

表1 急速充電時の各測定位置の静磁界最大値と充電時間

充電器種類	SOC	磁束密度 (μT)			充電時間 (分)
		充電器本体	車両充電口	充電ケーブル	
タイプA	20%	9.8	44.8	229.6	約 34 ~ 38
	40%	11.5	46.2	229.6	約 20
	60%	11.9	49.9	289.3	約 8
タイプB	20%	5.9	39.4	278.3	約 32 ~ 50
	40%	5.5	41.6	279.3	約 12 ~ 18
	60%	5.5	41.1	143.7	約 8

磁界の強さは 充電ケーブル>車両充電口>充電器本体 で、磁界発生源からセンサー位置までの近さの順と同じでした。充電時間はばらつきがありますが、SOC 20%では32~50分程度、SOC 60%では8分程度で完了しました。いずれの測定位置でも、ICNIRPガイドラインの磁界参考レベル(一般公衆に対して40,000 μT)に比べてかなり小さい値でした。

よりも大きいケースがみられました。いずれの測定位置でもピーク周波数の磁界強度はICNIRPガイドラインの磁界参考レベル(一般公衆に対して200 μT)より小さい値でした。また、複数周波数磁界の同時ばく露によるICNIRPガイドラインに対する割合について(式1)を用いて計算した結果は最大4.7%であり、ICNIRPガイドライン以下でした。

<急速充電時の低周波磁界>

急速充電方式は充電器本体で商用周波電流を直流に変換しており、低周波磁界は50Hz以外にも複数の周波数成分がありました。各測定位置における最大低周波磁界と周波数を表2に示します。本体の最大レベル周波数はいずれの測定条件においても商用周波数の50Hzでした。車両充電口及び充電ケーブルでは測定条件により高調波と思われる周波数の磁界が50Hz

$$f(x) = \sum_{j=1\text{Hz}}^{500\text{Hz}} \frac{H_j}{H_{R,j}} \quad (\text{式1})$$

ここで、

$H_j$  : 周波数jでの磁界強度

$H_{R,j}$  : 周波数jでの磁界強度の参考レベル

表2 急速充電時の各測定位置の低周波磁界最大値とその周波数

充電器種類	SOC	磁束密度 / 周波数		
		充電器本体	車両充電口	充電ケーブル
タイプA	20%	7.2 μT / 50Hz	0.1 μT / 50Hz	0.6 μT / 50Hz
	40%	6.6 μT / 50Hz	0.1 μT / 50Hz	0.4 μT / 50Hz
	60%	6.0 μT / 50Hz	0.1 μT / 50Hz	0.3 μT / 100Hz
タイプB	20%	0.9 μT / 50Hz	0.1 μT / 50Hz	0.8 μT / 300Hz
	40%	1.1 μT / 50Hz	0.1 μT / 200Hz	0.9 μT / 200Hz
	60%	1.1 μT / 50Hz	0.1 μT / 50Hz	0.7 μT / 300Hz



### ＜普通充電時の低周波磁界＞

普通充電方式は車両へ交流で供給し車両内部で直流に変換しています。普通充電時に発生する交流磁界の周波数特性の一例（タイプD：SOC20%・充電

ケーブル・ループ状態）を図4に示します。

普通充電時の低周波磁界は複数のピーク周波数を持つ磁界が発生していますが、他の測定条件でも最大レベルの周波数は50Hzでした。

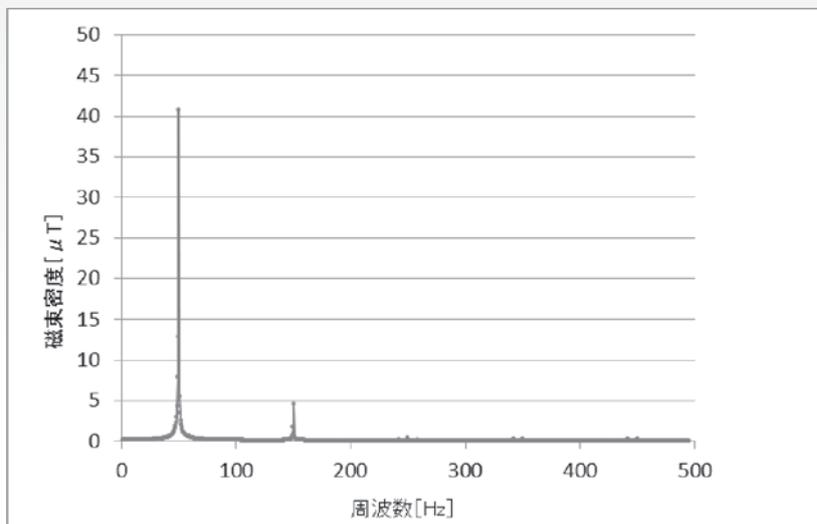


図4 普通充電時の周波数特性（タイプD：SOC20%、充電ケーブル・ループ状態）

次に、各測定位置における低周波磁界の最大値を表3に示します。磁界の強さは 充電ケーブル>充電器本体>車両充電口 でした。いずれの測定位置でも、ICNIRP ガイドラインの磁界参考レベル（一般公衆に対して 200 μ T）より低く、複数周波数磁界の同時ばく露による ICNIRP ガイドラインに対する割合も、最大 27.3%であり ICNIRP ガイドライン以下でした。

表3 各測定位置の各測定位置の最大低周波磁界

充電器種類	磁束密度 (μ T)		
	充電器本体	車両充電口	充電ケーブル
タイプ A	2.7	0.5	34.8
タイプ B	0.8	0.2	48.0

### 【測定結果】

人への健康影響を考慮して国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) が磁界ばく露の制限に関するガイドラインを公表していますが、今回測定した磁界の大きさは、いずれの測定位置ガイドラインの磁界参考レベルよりも小さい値でした。また、両充電方式とも低周波磁界は複数のピーク周波数を持つことが分かりまし

たが、これらの値の磁界参考レベルに対する割合を計算した値についても、ガイドライン値よりも小さい値でした。

今回の測定により、自動車用充電装置からは人の健康に影響を与えるほどの磁界は存在しないとの結果を得ました。

### 【結果の公表】

今回の測定結果は、次の2つの学会で発表しました。

- ①平成 26 年 電気学会全国大会 一般セッション  
～平成 26 年 3 月 19 日 愛媛大学～
- ② BioEM2014 ポスター発表  
～平成 26 年 6 月 9 日

ケープタウン（南アフリカ）～

## 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」では、従来から紹介しているヨーロッパにおけるプレコーシヨンのアプローチ、急速充電器から発生する磁界測定の結果などを取り上げました。

インターネットなどのメディアを通じ、電磁界についても様々な情報が飛びかい、当センターにもその時々インターネット情報によるものと思われる問合せがあります。正確な情報を公平な立場で提供していくことが、当センターの設立目的の一つであります。今後も皆さまが知りたいと思われる記事を中心にして、ニュースレターなどを通じ情報提供をさせていただきますので、ご支援のほどよろしくお願いいたします。

情報提供グループ 高橋 一弘

JEIC NEWS No.33 2014(平成26)年6月30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/>