

JEIC NEWS

Japan EMF Information Center News

2018年8月発行

No.

52

Index

●
P2

巻頭言
新任のご挨拶

●
P3~10

EMFトレンド情報 1
国際非電離放射線防護委員会
RF ガイドライン改定版の草案を発表

●
P11~16

EMFトレンド情報 2
インターサンプログラムと紫外線

●
P17

EMFトレンド情報 3
BioEM2018 発表報告

●
P18~19

コラム
電気学あれこれ



電磁界情報センター

新任のご挨拶

管理・受託グループマネージャー 小野寺 俊幸

7月1日に管理・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として着任いたしました小野寺と申します。

電磁界関係の業務に携わるのは約10年ぶりです。その当時(2007年)は、WHO(世界保健機関)の環境保健クライテリア(EHC)やWHOの見解であるファクトシートの動向が注目されておりました。ちょうど電磁界情報センターが設立(2008年)された頃に電磁界業務からは離れてしまいましたが、今回の着任を機に、今年、電磁界情報センターが満10年という節目の年を迎えたことを知り、もう10年も経つのかと率直に感じているところです。

JEIC NEWSから、この10年の活動を紐解いてみると、電磁界情報センターは、国や電力会社以外の常設の中立的組織によるリスクコミュニケーションが必要という認識の下に設立されましたが、これまでに、全国規模でのセミナーやフォーラムの開催、要請による依頼講演会の実施、パンフレットの製作やホームページの充実、経済産業省や総務省等からの受託業務による最新動向の調査研究・講演会等、良き情報提供のあり方を模索しながらも、WHOの見解や資料等に基づいたより分かりやすい説明、情報発信を行ってきております。また、不安を感じてお問い合わせいただく人々に対して傾聴し、対話を大事にし、共感(双方向のコミュニケーション)を大切にしながら対応を進め、そうした取り組みの継続により、電磁界に関する情報を正しく理解していただくとともに電磁界情報センターの認知度向上につながってきたように感じます。

電磁界情報センターの職員は、限られた人数ではありますが、センター設立の理念・目的である「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の縮小」の下、専門家ネットワークメンバーの方々とも連携を図りながら、真摯な姿勢で取り組みを継続してきたことに敬意を表します。

当センターでは、電磁界に関する科学的な情報をわかりやすく提供することを心がけ日常に対応しておりますが、センターの問い合わせ件数は、昨年度は平均 86件/月であったのが、今年度は3か月余りしか経っておりませんが、平均 110件/月と非常に増加しているとともに、その対応時間も増加し、つい先日は3時間余りの長時間に及ぶケースもありました。インターネットを介したソーシャルメディアの普及・発達により、知りたい情報の収集が容易になっている反面、フェイクニュースのような偽情報または不確かな情報により、情報に懐疑的になったり不安を抱かれたりし、より正しい情報を求めている方が増えているのではないかと感じます。

また、低周波磁界測定器の無料貸出はセンター独自のサービスですが、これに関する問い合わせも昨年度は平均 21件/月であったのが、今年6月実績では30件(初の30件台)に増加しております。電磁界の健康影響に不安を持たれている方が、言葉による対話や説明を受けるだけでは安心できず、自らの測定により、身のまわりの電磁界の大きさをご自身で確かめたいというニーズがこれまで以上に高まってきているのだと感じます。そしてこうした問い合わせの増加は、センターがこれまで積み上げてきた様々な活動や丁寧な対応により、一般の方々に広く認知され、一定のプレゼンスを得ていることの顕れではないかと思えます。

今年11月には、センター設立10周年記念式典を開催すべく準備を進めています。

当センターのこれまでの10年の活動の成果・実績を振り返りつつ、センター設立の理念・目的を念頭に、国内外の動向を踏まえながら、当センターの今後の活動はどうあるべきなのかを模索しながら業務に取り組んでいきたいと考えております。

今後とも、電磁界情報センターの活動に対して、ご理解・ご支援の程よろしくお願い申し上げます。

国際非電離放射線防護委員会

RFガイドライン改定版の 草案を発表

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

国際非電離放射線防護委員会(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: ICNIRP)は2018年7月11日、無線周波(radiofrequency : RF、100kHzから300GHzまで)領域の電磁界へのばく露制限に関するガイドラインの改定版の意見聴取用草案(Public Consultation Draft、以下「草案」と表記)¹を発表しました。本稿では、この草案の内容を概説します。

はじめに

ICNIRPは1998年、「時間変化する電界、磁界及び電磁界によるばく露を制限するためのガイドライン(300GHzまで)」を発表しました。今回の草案は、この1998年のガイドラインのうち、生体影響のメカニズムとして熱作用が支配的となる100kHzから

300GHzまでの周波数範囲を改定するものです。ICNIRPは、入手可能な最善の科学に基づいてガイドラインを制定し、関連する科学的知識の進展に伴い、これを定期的に改定・更新しています。静磁界(0Hz)については2009年に、静磁界内での人体の動作及び1Hzまでの時間変化する磁界については2014年に、刺激作用が生体影響の主なメカニズムとなる低周波領域(1Hzから100kHzまで)の電界及び磁界については2010年に、それぞれガイドラインを改定しています²。

この草案の目的は、RF電磁界への短期的及び長期的、連続的及び非連続的、直接的なばく露によって生じる既知の健康への悪影響に対し、全ての人々に高いレベルの防護を提供する、ばく露制限のためのガイドラインを確立することです。医療目的のばく露や、適合性(例：測定プロトコル)、電磁両立性

1 この草案は、ガイドライン本文と2編の附属文書(Appendix A : ドシメトリ(ばく露量評価)についての研究のレビュー、Appendix B : 健康リスク評価文献)で構成されています。これらの文書、ならびに意見提出用の書式は、以下のURLからダウンロードできます。<https://www.icnirp.org/en/activities/public-consultation/consultation-1.html>

ICNIRPは、論理的、厳密かつ透明性のあるガイドライン制定の一環として、ICNIRP委員ではない多くの専門家に対し、批判と意見を奨励しています。この草案に対する意見提出期限は2018年10月9日です。90日間の聴取期間後、全ての意見は草案の最終化のためにICNIRP委員によってレビューされます。ガイドライン最終版の発表日に関する情報は、ICNIRPのウェブサイトにも適宜提示されます。

2 参考情報 : <http://www.jeic-emf.jp/International/icnirp/1577/1580/>

(electromagnetic compatibility : EMC) は対象範囲外とされています。

限度値の導出

この草案における限度値の導出のための基本的な手順は、1) 健康影響閾値(health effect thresholds)の同定、2) 低減係数(reduction factors)の適用による基本制限(basic restrictions)の導出、3) 適用がより容易な防護手段の提示のための参考レベル(reference levels)の導出、の3段階で構成されています。

健康影響閾値は、世界保健機関(WHO)が2014年に発表した「RFに関する環境保健クライテリア

(EHC)」の意見聴取用草案、欧州委員会の「新興・新規同定された健康リスクについての科学委員会(SCENIHR)」が2015年に発表した「電磁界ばく露の潜在的な健康影響に関する意見書」³、及びその後発表された細胞研究から疫学までの広範な関連論文の精査に基づいて同定しています。結論は、RFががん等の疾病を生じる証拠はなく、確立されている作用のメカニズム(即ち熱作用)による影響以外にRFが健康を害するという証拠もない、というものです⁴。

基本制限

100kHzから300GHzまでのRF全身ばく露(平均化時間は30分間)については、深部体温の1℃上

表2 電界、磁界及び電磁界ばく露(6分間以上)に対する基本制限

ばく露シナリオ	周波数範囲	全身SAR [W/kg]	局所SAR(頭部と体幹) [W/kg]	局所SAR(四肢) [W/kg]	局所S _{tr} [W/m ²]
職業的ばく露	100kHz - 6GHz	0.4	10	20	--
	>6 - 300GHz	0.4	--	--	100
公衆ばく露	100kHz - 6GHz	0.08	2	4	--
	>6 - 300GHz	0.08	--	--	20

注記：

1. 全身SARは30分間で平均化。
2. 局所SAR及び局所S_{tr}は6分間で平均化。
3. 局所SARは10gの立方体で平均化。
4. 局所S_{tr}は4cm²(>6 - 30GHz)または1cm²(>30 - 300GHz)の正方形で平均化。
5. 適切な場合、入射平面波電力密度に代えて、等価入射平面波電力密度を用いることができる。
6. "--" は、その項目に関する基本制限がないことを示す。

3 参考情報： http://www.jeic-emf.jp/whats_new/3175.html

4 Appendix Bに詳細な解説あり。例えば、米国の国家毒性プログラム(NTP)における大規模動物研究の結果については、「雄のラットで認められた心臓の神経鞘腫の高い発生率が、偶然によって生じるものよりも多いかどうかを統計的に判断できませんでした」とされています。NTP研究についての参考情報：
http://www.jeic-emf.jp/whats_new/6206.html

昇を「運用上の(operational)」健康影響閾値⁵と同定し、最近の数値ドシメトリや様々な動物種を用いた実験研究からの一般化により、これを生じるばく露条件として、全身平均の比吸収率(specific absorption rate: SAR)の下限を約4W/kgと保守的に推定しています。このSARに対して、職業的ばく露についての低減係数10(即ち10分の1:科学的に不確かさ、人口集団における体温調節能力や深部体温の健康影響閾値の違い等を考慮)、公衆ばく露について更に低減係数5(あわせて50分の1:ばく露を認識しておらず、リスク緩和が期待できないことを考慮)を適用して、基本制限をそれぞれ表2のように導出しています。6GHzを超える周波数範囲では、温度上昇は周波数に伴い表層的(superficial)になります⁶が、全身平均SARを保守的に6GHz以下と同様に制定しています。

[筆者注記:草案では、表1はガイドライン中に用いられる物理量及び対応する単位の説明を示していますが、本稿では省略します。]

6GHz以下のRFへの局所ばく露(平均化時間は6分間)については、潜在的に有害な局所温度を41℃とし、常温条件(normothermal conditions)からこれに達するまでの温度上昇を運用上の健康影響閾値と同定し、これを生じるばく露条件としてSAR(全ての組織について10gの立方体で平均)を算出しています。具体的には、常温が高い(一般的に<38~38.5℃)組織をタイプ2組織(タイプ1組織として定義されているものを除く、頭部、眼部、腹部、背部、胸部及び骨盤の全ての組織)、常温が低い(一般的に<33~36℃)組織をタイプ1組織(上腕、前腕、手、大腿、脚、足、耳介及び角膜、眼の前房及び虹彩、表皮、真皮、脂肪、筋肉及び骨組織における全ての組織)と定義し、それぞれに対して41℃に達するまでの温度上昇2℃及び5℃を生じる局所SARを

20W/kg及び40W/kgとしています。これらのSARに対して、職業的ばく露についての低減係数2(2分の1:全身ばく露と比べて、局所ばく露の健康影響閾値は体温調節にさほど依存しないことと、関連する健康影響は医学的により深刻ではないことを考慮)、公衆ばく露について更に低減係数5(あわせて10分の1)を適用して、基本制限をそれぞれ表2のように導出しています。

6GHzを超えるRFへの局所ばく露(平均化時間は6分間)については、6GHz以下への局所ばく露と同じく、タイプ2組織の温度上昇2℃、タイプ1組織の温度上昇5℃を運用上の健康影響閾値と同定し、これを生じるばく露条件を透過電力密度(transmitted power density: S_{tr})で200W/m²と算出しています(平均化面積は6~30GHzで4cm²、30~300GHzで1cm²)。この S_{tr} に対し、職業的ばく露についての低減係数2(2分の1)、公衆ばく露について更に低減係数5(あわせて10分の1)を適用して、基本制限をそれぞれ表2のように導出しています。

更に、今回の草案では、平均化時間が6分間未満の短時間ばく露に対する防護の概念が新たに導入されました。タイプ2組織の温度上昇2℃、タイプ1組織の温度上昇5℃を運用上の健康影響閾値と同定し、これを生じるばく露条件を、0.4~6GHzのRFでは $500+354(t-1)^{0.5}$ J/kg(組織10gあたり平均の比吸収量(specific absorption: SA))、6GHzを超えるRFでは $5+3.54(t-1)^{0.5}$ kJ/m²(透過エネルギー密度(transmitted energy density: H_{tr})、平均化面積は6~30GHzで4cm²、30~300GHzで1cm²)と導出しています(ここで、tはばく露時間(単位は秒)、 $t<1$ の場合は $t=1$ を用います)。これらの値に対し、職業的ばく露についての低減係数2(2分の1)、公衆ばく露について更に低減係数5(あわせて10分の1)を適用して、基本制限をそれぞれ表3のように導出しています。

5 草案原文には、「RF電磁界による深部体温の上昇が有害となるのは、1℃を大幅に超える場合のみであり、1℃が健康への悪影響の閾値であるという明確な証拠はありません。深部体温の1℃上昇は有意な生理学的変化を生じ得ますが、これは人体の正常な体温調節反応の一部であり、正常な生理学的範囲内なので、それ自体は健康への悪影響を示すものではないという点に注意が必要です」との説明があります。

6 例えば、6GHz及び300GHzでの電力の86%は、それぞれ身体表面の8mm及び0.2mmに吸収され、対流によって熱エネルギーは容易に環境中に放出されます。

表3 電界、磁界及び電磁界ばく露(6分間未満)に対する基本制限

ばく露シナリオ	周波数範囲	局所SA[J/kg]	局所H _{tr} [kJ/m ²]
職業的ばく露	0.4 - 6GHz	$250+177(t-1)^{0.5}$	--
	>6 - 300GHz	--	$2.5+1.770(t-1)^{0.5}$
公衆ばく露	0.4 - 6GHz	$50+3.5.4(t-1)^{0.5}$	--
	>6 - 300GHz	--	$0.5+0.354(t-1)^{0.5}$

注記：

1. 局所SAは10gの立方体で平均化。
2. 局所H_{tr}は4cm² (>6 - 30GHz)または1cm² (>30 - 300GHz)の正方形で平均化。
3. tは任意の時間間隔(単位は秒)、t<1の場合はt=1を用いる。
4. 短時間ばく露の時間的特徴にかかわらず、限度値はt<360秒の全ての値を満たさなければならない。
5. "--"は、その項目に関する基本制限がないことを示す。

参考レベル

ICNIRPは、以下に示す参考レベルでのばく露シナリオが、場合によっては基本制限を超過するかも知れないことを認識しています。そのようなシナリオが同定された場合、参考レベルを引き下げる必要があるかどうか、超過が健康に影響を及ぼす可能性があるかどうかを、各種の不確かさを考慮した上で判断しました。具体的には、人体共振周波数(100MHzまで)及び1～4GHzの周波数範囲で、基本制限を超過する可能性があります。これには、小柄な人(例えば3歳児)が直立で少なくとも30分間、正面から背面に向けて平面波にばく露されるような極めて特異的なシナリオが必要です。その場合のSAR増加は基本制限と比較して小さいです(約40%、イン・ビボ(*in vivo*: 生体内)での全身平均SARの測定における不確かさと同等)。これに対し、

基本制限の導出過程には多くの保守性が組み込まれています。重要なこととして、基本制限(SAR)は1℃を超える深部体温の上昇を防護するために制定されているものであり、SARの超過は健康にインパクトを及ぼすものではありません。また、小柄な人は質量に対する表面積の比率が大きいため、熱を環境中により容易に放出できます。結果的に、小柄な人に対する「全身SARの増加」と「体温放出の増加」の正味の影響は、より大柄な人よりも体温上昇が少なくなる、というものです。ICNIRPはこのばく露状況を考慮して、該当する参考レベルを従来のガイドラインから変更しませんでした。

参考レベルは、表4(全身ばく露)、表5(局所ばく露、平均化時間6分間以上)及び表6(局所ばく露、平均化時間6分間未満)のように導出しています。

表4 100kHzから300GHzまでの時間変化する遠方界の電界、磁界及び電磁界への全身ばく露に対する参考レベル(無擾乱rms値)

ばく露シナリオ	周波数範囲	電界強度E [V/m]	磁界強度H [A/m]	入射平面波電力密度 (S_{inc}) [W/m ²]
職業的ばく露	0.1 - 20MHz [#]	1220/f	4.9/f	--
	>20 - 30MHz [#]	61	4.9/f	--
	>30 - 400MHz [#]	61	0.16	10
	>400 - 2000MHz [*]	$3f^{0.5}$	$0.008f^{0.5}$	f/40
	>2 - 300GHz [*]	--	--	50
公衆ばく露	0.1 - 20MHz [#]	560/f	2.2/f	--
	>20 - 30MHz [#]	28	2.2/f	--
	>30 - 400MHz [#]	28	0.073	2
	>400 - 2000MHz [*]	$1.375f^{0.5}$	$0.0037f^{0.5}$	f/200
	>2 - 300GHz [*]	--	--	10

注記：

1. fは周波数 (MHz)。
2. S_{inc} 、 E^2 及び H^2 は30分間、全身で平均化。E及びHの値はこれらの平均値から導出。
3. 2GHzまでの周波数については、E、Hまたは S_{inc} の値が参考レベルの範囲内であれば、遠方界ばく露条件への適合が証明される。いずれか1つが必要とされる。
4. "--" は、その項目に関する参考レベルがないことを示す。
- #. 400MHzまでの周波数については、電界及び磁界レベルの両方が関連する遠方界の参考レベルの範囲内であれば、リアクティブ (reactive) 及び放射 (radiative) 近傍界ばく露条件⁷⁾に対し、ばく露が参考レベルに適合する。
- *. 400MHzを超える周波数については、放射近傍界ばく露条件にも遠方界の参考レベルが適用できる。この周波数範囲では、リアクティブ近傍界ばく露条件に対する参考レベルは提示されていない。

⁷⁾ Appendix Aによれば、リアクティブ近傍界とは、波源からの距離が概ね波長 λ (単位はm) を円周率 π の2倍で除した値 ($\lambda/2\pi$ 、例：400 MHzでは120mm) 未満でのばく露条件を指します。放射近傍界とは、波源からの距離が概ね $\lambda/2\pi$ から $2D^2/\lambda$ まで (Dは波源のアンテナの直径、単位はm) のばく露条件を指します。遠方界とは、波源からの距離が概ね $> 2D^2/\lambda$ でのばく露条件を指します。

表5 100kHzから300GHzまでの時間変化する遠方界の電界、磁界及び電磁界への局所ばく露に対する参考レベル、時間間隔は≥6分間(無擾乱rms値)

ばく露シナリオ	周波数範囲	入射平面波電力密度 (S_{inc}) [W/m^2]
職業的ばく露	100kHz - 400MHz [#]	注記2を参照
	>400MHz - 6GHz [#]	注記3を参照
	>6 - 300GHz [*]	$275 f^{0.177}$
	300GHz [*]	100
公衆ばく露	100kHz - 400MHz [#]	注記2を参照
	>400MHz - 6GHz [#]	注記3を参照
	>6 - 300GHz [*]	$55 f^{0.177}$
	300GHz [*]	20

注記：

1. fは周波数 (GHz)。
2. 400MHzまでの周波数については、6分間で平均化した空間ピーク値が、対応する全身平均遠方界参考レベル(表4から)未満であれば、ばく露が参考レベルに適合する。適切な場合、入射平面波電力密度に代えて、等価入射平面波電力密度を用いることができる。
3. 400MHzを超える周波数については、表6の参考レベルを6分間で平均化して(即ち、 $t=360$ 秒として)用いる。
4. S_{inc} は6分間、空間中の $4cm^2$ (6 - 30GHz)または $1cm^2$ (>30 - 300GHz)の身体表面を近似する正方形領域で平均化される。
5. “-” は、その項目に関する参考レベルがないことを示す。
- #. 6GHzまでの周波数については、放射近傍界及びリアクティブ近傍界ばく露条件に対しても、遠方界の参考レベルが適用できる。
- *. 6GHzを超える周波数については、放射近傍界ばく露条件に対しても、遠方界の参考レベルが適用できる。この周波数範囲では、リアクティブ近傍界ばく露条件に対する参考レベルは提示されていない。

表6 100kHzから300GHzまでの時間変化する遠方界の電界、磁界及び電磁界への局所ばく露に対する参考レベル、時間間隔は≤6分間(無擾乱rms値)

ばく露シナリオ	周波数範囲	入射平面波エネルギー密度 (H_{inc}) [kJ/m ²]
職業的ばく露	100kHz - 400MHz	注記2を参照
	>400MHz - 6GHz [#]	$0.8f^{0.51}[2.5+1.77(t-1)^{0.5}]$
	>6 - 300GHz [*]	$2.75f^{0.177}[2.5+1.77(t-1)^{0.5}]$
公衆ばく露	100kHz - 400MHz	注記2を参照
	>400MHz - 6GHz [#]	$0.8f^{0.51}[0.5+0.354(t-1)^{0.5}]$
	>6 - 300GHz [*]	$2.75f^{0.177}[0.5+0.354(t-1)^{0.5}]$

注記：

- fは周波数 (GHz)、tは時間間隔 (秒)。
- 100kHz - 400MHzの周波数については、短い時間間隔に対する追加的な制約は課されない(表5に示す6分間平均の参考レベルを用いる)。適切な場合、入射平面波エネルギー密度に代えて、等価入射平面波エネルギー密度を用いることができる。
- >400MHz - 6GHzの周波数については H_{inc} のピーク値を用いる。 H_{tr} は空間中の4cm² (6 - 30GHz)または1cm² (>30 - 300GHz)の身体表面の代表的な正方形領域で平均化される。
- t秒間で与えられる、パルスのグループ、または一連のパルスのサブグループからのばく露は、この表に示す限度値を超えてはならない。
- #. 400MHzから6GHzまでの周波数については、リアクティブ及び放射近傍界ばく露条件では、電界及び磁界に基づく等価入射平面波エネルギー密度の空間的ピーク値が両方とも、対応する H_{inc} の参考レベル未満であれば、ばく露が参考レベルに適合する。
- *. 6GHzを超える周波数については、放射近傍界ばく露条件にも遠方界の参考レベルを適用できる。この周波数範囲では、リアクティブ近傍界ばく露条件に対する参考レベルは提示されていない。

表4～6の参考レベルは、ほとんどのばく露シナリオにおいて、対応する基本制限よりも保守的となるものの、人体の共振周波数付近での接地 (grounding) の影響で、基本制限を超えるばく露が

増加する可能性があることから、100 kHzから110 MHzまでの周波数については、四肢に誘導される電流に対する追加的な参考レベルを表7のように制定しています。

表7 100kHzから110MHzまでの周波数での四肢に誘導される電流に対する参考レベル

ばく露シナリオ	周波数範囲	電流 I_L [mA]
職業的ばく露	100kHz - 110MHz	100
公衆ばく露	100kHz - 110MHz	45

注記：

- I_L^2 の値は6分間で平均化される。電流の値はこれらの平均値から導出される。
- 四肢の電流の参考レベルは他の周波数範囲には提示されていない。

ガイダンス

約100kHzから110MHzまでの周波数範囲では、電界または磁界中の導電性物体と、これに触れた人物との間に接触電流 (contact current) が生じることがあります。高いレベルでは、これは神経刺激または痛み(及び組織の損傷)を生じることがあります。これは特に、30MHz以下の放送用大電力アンテナ等のRFトランスミッタの近傍で問題となり、痛みや火傷に関する事故の報告が散見されています。接触電流は接触領域に生じ、領域が小さいほど大きな生物学的影響を生じます(電流が同じ場合)。これは、電流密度(A/m²)が大きく、結果的に局所SAR及び体内電界がより高くなるためです。

接触電流ばく露は間接的で、導電性物体が介在する必要があります。また、接触電流ばく露は予測不能で、行動(例: 掌で握るか指先で触れるか)や環境条件(例: 導電性物体の形状)に依存するため、接触電流に対する厳格な限度値を提示する代わりに、以下の「ガイダンス」を提示しています。

潜在的な接触電流シナリオによるハザードの可能性 (likelihood) と特徴を決定するため、ICNIRPは、この周波数範囲の接触電流に関するリスクの管理に責任を負う人物にとって、以下のガイダンスが重要であるとみなしています。

- 入手可能なデータは、成人及び子どもに対する、可逆的な軽度の痛みに対する接触電流閾値は、それぞれ約20 mA及び10 mAである可能性が高いことを示唆している。
- 不可逆的となり得る組織の損傷に対する接触電流閾値は決定されておらず、痛みを生じる接触電流のレベルと組織の損傷を生じるレベルを区別する

ことは困難である。

- 今のところ、約30 MHzを超えるRFに対して接触電流に関連するハザードが生じるという証拠はないが、110 MHzまで生じ得ると仮定する保守的なアプローチは有用であろう。
- 接触電流の程度は電磁界強度の関数として上昇し、導電性物体の形状に影響される。
- 接触電流ハザードのリスクは、導電性物体との接触を避けるように労働者を訓練することによって最小化できるが、接触が必要な場合には、
 - 大型の金属物体は地面に接続する(接地する)ことが望ましい。
 - 労働者は絶縁材料(例: RF防護グローブ)を通じて接触することが望ましい。
 - 労働者は、組織に対する電流の直接的なインパクト以外の方法で安全性にインパクトを及ぼし得る(例えば、事故を引き起こすことによる)「驚愕 (surprise)」の可能性を含めて、そのリスクを認識することが望ましい。

おわりに

今回のガイドライン改定版の草案及び附属文書では、日本の研究者の方々が著者・共著者の論文が多数引用されており、日本での研究成果が国際的なガイドライン制定に大いに貢献しています。ご関心のある方は、是非原文をご一読下さい。

本稿執筆にあたり、共にICNIRP主委員会委員の渡辺聡一先生(国立研究開発法人 情報通信研究機構)、平田晃正教授(名古屋工業大学)のお二方にご助言を頂きました。この場をお借りして、厚く御礼申し上げます。

インターサンプログラムと紫外線

電磁界情報センター所長 大久保 千代次

毎年6月にはWHOの国際電磁界プロジェクトの国際諮問委員会がジュネーブ本部で開催されますが、同時に、紫外線(Ultraviolet: UV)の健康影響に関するプロジェクト(インターサンプログラム)諮問委員会も開催されています。これまでニュースレターでインターサンプログラムや紫外線の健康影響について触れたことがありませんでしたので紹介します。

インターサンプログラム

1992年リオ・デ・ジャネイロの地球サミットでは、21世紀に向けて持続可能な開発を実現するための各国および関係国際機関が実行すべき行動計画である「アジェンダ21」が採択されました。WHOは「アジェンダ21」に基づき、国連環境計画(UNEP)、世界気象機関(WMO)、国際がん研究機関(IARC)、非電離放射線防護委員会(ICNIRP)と協力して、世界的な紫外線プロジェクトであるインターサン(INTER SUN)プログラム(<http://www.who.int/uv/intersunprogramme/en/>)を設立しました。

地球規模で紫外線の影響を見えます。地球の大気にあるオゾンの約9割は、地上10～50kmの成層圏に存在していますが、そのオゾンが地球を包みこむように「成層圏オゾン層」を形成しています。オゾン層は、有害な紫外線の大部分を吸収して生物を守っていますが、これがフロンガスなどの物質により破壊される結果、地表へ到達する有害な紫外線の量が増えて皮膚がん患者が増加し、世界的に大きな

環境問題となっています。世界中の全てのがんの3分の1が皮膚がんで、悪性黒色腫(メラノーマ)以外の皮膚がん患者が毎年2-3百万人発生しています。また、悪性黒色腫(メラノーマ)患者が毎年23万人発生しそのうち5.5万人が毎年亡くなっています。そして、これらの皮膚がんの主な発生要因が紫外線なのです。また、白内障の原因の5分の1が紫外線と考えられています。

インターサンプログラムでは、地球表面に到達する紫外線の増加に伴う人間への健康影響に関する研究を行い、その成果に基づいて、紫外線の健康影響を軽減するための適切な対策のガイドラインを示すなどの世界各国に紫外線対策を普及させるための活動を行っています。WHOからや紫外線の健康影響に関するパンフレットが数多く発刊されていますが、日本ではそれ程認知されていません。

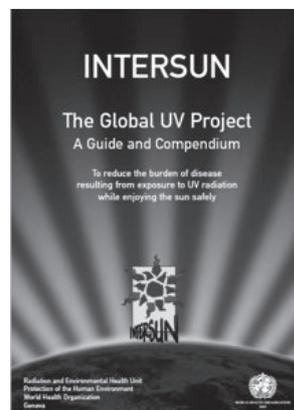


図1 WHOのインターサンプログラムを紹介するパンフレット(INTER SUN - The global UV Project: A guide and compendium: <http://www.who.int/uv/publications/intersunguide/en/>)

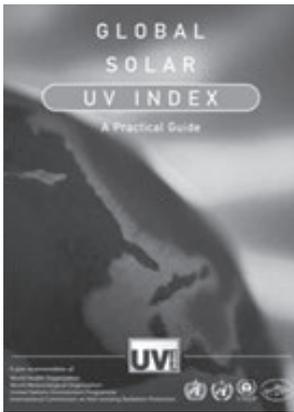


図2 UVインデックス(紫外線指数)に関するパンフレット
(Global solar UV index-A practical guide: <http://www.who.int/uv/publications/globalindex/en/>)

日本でもかつて日に焼けた小麦色の肌は健康的なイメージでしたが、今ではそのイメージはすっかり逆転して、美容上の観点からも紫外線はすっかり嫌われています。現在紫外線情報は春先の花粉飛散情報と同様、天気予報で馴染みになって来ました。

紫外線の種類とその影響

紫外線は、電磁波の一つです。電磁波は、物質から電子を放出させる非常に強いエネルギーを持っている波長の非常に短いエックス線やガンマ線などの「電離放射線」と、その様なエネルギーを持たない「非電離放射線」に分けられます。紫外線は「電離放射線」と「非電離放射線」の境界領域に存在する電磁波です。紫外線は、「非電離放射線」の中では最もエネルギーが強く、波長が短い電磁波です。「電離放射線」は非常に強いエネルギーをもっていますので、遺伝子を傷つけて、長期的にはがんを発生させます。紫外線も光化学作用という作用を持っていて、エックス線やガンマ線程ではありませんが、エネルギーが強いため遺伝子を傷つけて皮膚がんの原因となる電磁波と言えます。

紫外線は波長10ナノメートル(10億分の1メートル)から400ナノメートルの電磁波ですが、その周波数によって様々な紫外線に分類されます。人の

健康や環境問題に関わりが深い紫外線を近紫外線といいますが、これは波長によってさらに紫外線A(UV-A:波長が400-315ナノメートル)、紫外線B(UV-B:波長が315~280ナノメートル)、紫外線C(UV-C:波長が280ナノメートル未満)に分けられます。波長が短く殺菌作用を持つUV-Cは地球上空の成層圏オゾン層で吸収され、さらに対流圏や空気中の塵埃などで吸収され散乱されるので大気を通して地上に達することはありません。一方UV-Bの一部、UV-Aはオゾン層を通過して地表に到達します。そして地表に届く紫外線のほとんどがUV-Aです(図3)。

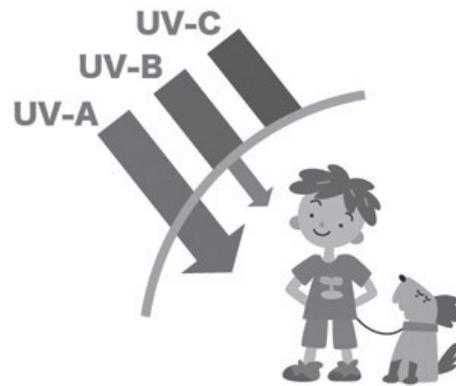


図3 地表に届く紫外線(UV)のほとんどがUV-Aです。
(環境省 紫外線環境保健マニュアル 2008より)

これらの紫外線に共通しているのは、顔面、鼻、口、首などの皮膚がんの原因因子となっていることです。紫外線は、光化学反応を引き起こします。紫外線の光エネルギーは、遺伝子を構成する核酸に吸収され、分子に励起現象(原子や分子が外からエネルギーを与えられ、もとのエネルギーの低い安定した状態からエネルギーの高い状態へと移ること)や構造変化を起こします(これを光化学反応とよびます)。実験的にUV-Cを発生させて細胞にばく露すると、その光エネルギーは核酸に吸収されて発がんに関連する構造変化を引き起こすことが分かっています。

波長の長いUV-Aは近年まで余り危険性がないと

軽視されていましたが、皮膚の加齢現象を促進させ、弱いながら遺伝子を傷つけるので、皮膚がんへの寄与を考慮する必要があります。特に、UV-Bよりも波長が長いので、その分より深く皮膚へ浸透し、皮膚の張りを保つ弾性繊維を徐々に破壊し皮膚の老化を促進させます。UV-Aは、UV-Bと異なり季節や朝夕に関係なく降り注いでいます。眼への影響はUV-Aが弱いのですが、皮膚に及ぼす影響として、UV-Aの2割が皮膚の真皮の基底膜まで浸透するため、メラニン細胞の色素沈着(サンタン)を引き起こします。UV-Aの色素沈着作用に着目しているのが、日焼けサロン(サンベッド)ですが、その際に皮膚の老化促進や発がん作用を忘れてはなりません。

UV-Bの眼に及ぼす影響としては、冬の屋外で雪からの反射光によって雪目などの眼炎を起こします。また、角膜、前房水、水晶体にほとんど吸収され、角膜炎や結膜炎を起こします。皮膚に及ぼす影響は、色素沈着のほか、浮腫や水疱を伴う紅斑現象(日焼け:サンバーン)があり、30分から2時間後に発赤し、10-20時間で最高に達し、紅斑現象が起こります。

UV-Cは、発がんに関連する核酸の構造変化を起こすことは既に説明しましたが、波長100nm以下の紫外線は、電離作用を持っており、細菌、単細胞生物、植物の表面細胞、人体の皮膚、角膜、結膜の一部の細胞を破壊する作用があります。また皮膚に対して、急性電離放射線作用による真皮の放射線火傷、脱毛、皮膚炎、潰瘍などを起こします。そのほか、光化学スモッグの発生時にオゾンを発生させます。UV-Cのうち254nmの紫外線を発生するランプを殺菌灯と呼び、調理場、調理台、調理器具、食品の表面の殺菌、さらに空気や水の殺菌にも用いられています。

紫外線の強さと量

紫外線の強さは、時刻や季節、さらに天候、オゾン量によって大きく変わります。同じ気象条件の場合、太陽が頭上にくるほど強い紫外線が届きます。

日本の季節では4月から9月に最も紫外線が強く、年間の全紫外線量は札幌では80%、筑波では72%、那覇では67%を占めています(図4)。

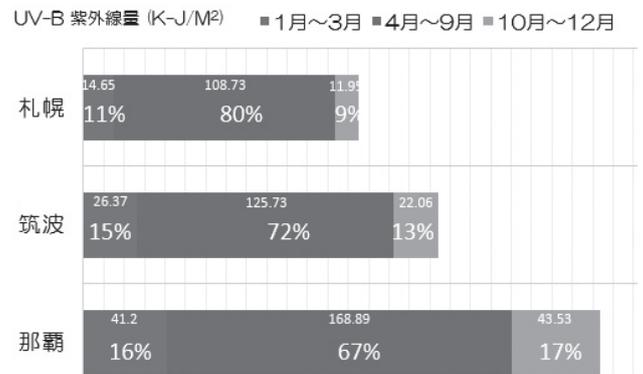
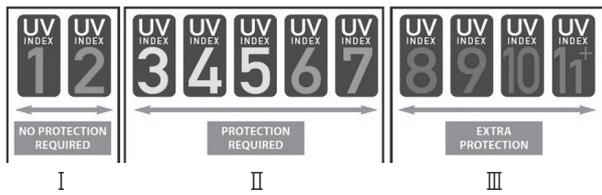


図4 季節別の紫外線照射量とその割合 (2017年 気象庁資料より作成)

山に登ると空気が薄く、より強い紫外線が届きます。標高の高いところに住む人たちは強い紫外線を浴びるため、標高の低い土地に暮らす人と比較して大きな影響を受けます。また、雪や砂は紫外線を強く反射するので、スキーや海水浴のときには、紫外線を非常に多く浴びることになります。地表面の種類により紫外線の反射率は大きく異なります。例えば新雪面では降り注ぐ紫外線の80%が反射しますので、スキー場ではUVカットのゴーグルを使用しています。砂浜で10~25%、水面で10~20%が反射しますが、草地・芝生、土面では、反射する割合は10%以下となります。

紫外線の人体に与える影響は波長によって異なります。このため国際的にはUVインデックスという指標が広く用いられています(図5)。これは、紫外線の波長ごとに異なる人体への影響度合いを総合的に評価した指標といえます。



- I UV1-2: 安心して戸外で過ごせます。
 - II UV3-7: 日中は出来るだけ日陰を利用しましょう。出来るだけ長袖のシャツを着用し、日焼け止めクリームを塗って帽子を利用しましょう。
 - III UV8-11+: 日中の外出は出来る限り控えましょう。必ず長袖のシャツを着用し、日焼け止めクリームを塗って帽子を利用しましょう。
- (WHO Global solar UV index-A practical guideより)

図5 UVインデックスへの対応

線の影響を強く受けることとなります。色素細胞からメラニンをもたらした周りの角化細胞が、メラニンを細胞の核の上に帽子で覆うように、細胞の核にある遺伝子が紫外線で傷を負わないように守ります。細胞は紫外線によって傷つけられた遺伝子を修復する機能を持っていますが、遺伝子の傷害が度重なりと突然変異が起こり、結果的に皮膚がんの原因となります。細胞内のメラニン量が多いということは、それだけ紫外線から細胞を守る力が強いということになります。メラニン量が多い黒色人種ほど皮膚がんの発症率が低く、メラニン量が少ない白色人種が多い国ほど皮膚がん罹患率が高いことが分かっています(図7)。

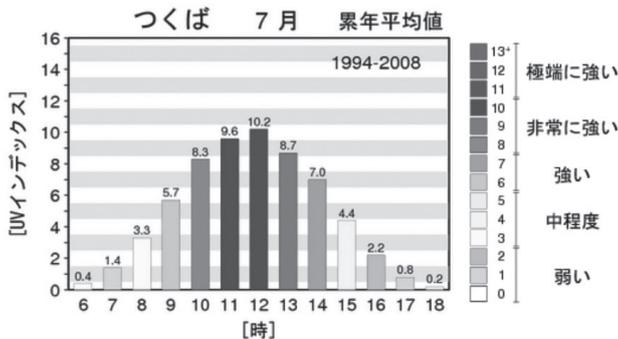


図6 紫外線量の日内変動(気象庁のデータを引用)

また、一日のうちでは午前10時から午後2時頃が最も紫外線が強くなります(図6)。

紫外線の強さに時間をかけたものが紫外線量になります。従って、弱い紫外線でも長い時間浴びた場合の紫外線量は、強い紫外線を短時間浴びた場合と同じになることもありますので注意が必要です。

紫外線と皮膚の色

紫外線の影響は、皮膚のメラニン色素の量によって異なります。タイプIからVIに分類されますが、紫外線を浴びると直ぐに赤くなるものの、その後肌の色が黒くならないタイプIIの人もありますが、日本人の多くは肌の色が徐々に黒くなるタイプIIIで、中には紫外線を浴びても赤くなりやすく、直ぐに黒くなるタイプIVの人もあります。タイプIIの方が紫外

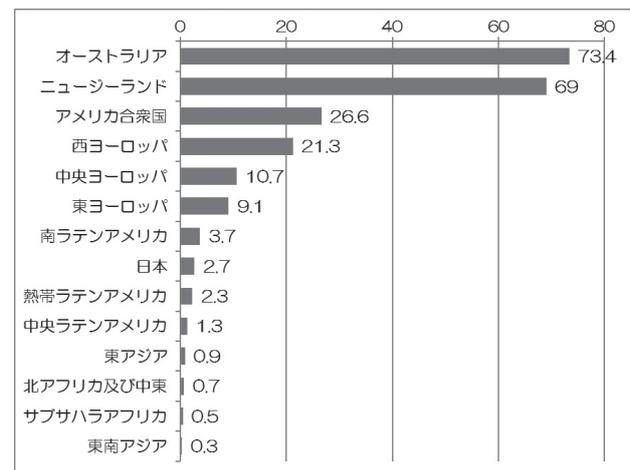


図7 皮膚がんの罹患率(10万人/年)の比較 (GBD 2016より)

紫外線と白内障

日本人の皮膚がんの罹患率は欧米に比べて非常に低いことが分かりますが、紫外線は白内障を招く要因となっています。白内障は最も多く発生する眼の病気のひとつで、眼のレンズ(水晶体)が濁るため、網膜まで光が届かなくなり見え方の質が低下してきますが、最終的には失明に至ります。白内障は80以上の種類があるといわれていますが、加齢により発症する白内障には3つの代表的なタイプがあり、日本人で最も多く見られる皮質白内障というタイプで

は、紫外線との因果関係が知られています。したがって、日本人も肌の老化や白内障を防ぐためにも紫外線対策は不可欠と言えます。

環境省では、紫外線の健康影響を短期的(急性)影響と長期的(慢性)影響に分けて、説明していますので、参考にして下さい(図8)。

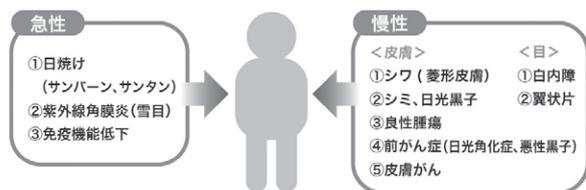


図8 紫外線が関連する健康影響
(環境省 紫外線環境保健マニュアル 2008より)

紫外線対策

主な対策は、図5でも説明しましたが、①不必要な日光浴は避ける、②日陰を利用する、③日傘を使う、④帽子をかぶる、⑤長袖・長ズボンを使う、⑥UVカットのサングラスを使う(紫外線は正面だけでなく横からも入って来るので、横からの侵入を防ぐことができるサングラスが望ましい)⑦日焼け止めクリームを使うなどが挙げられます。

紫外線とビタミンD

しかし、紫外線は悪い影響ばかりではなく、カルシウム代謝に重要な役割を果たすビタミンDを皮膚で合成する手助けもします。最適な紫外線量には個人差がありますが、正しい知識を持ち、紫外線の浴びすぎに注意しながら上手に紫外線とつきあっていくことが大切です。

UV-Bは、ドルノ線または健康線ともよばれています。ビタミンDは必須のビタミンですが、肉類や植物由来の食料は、一部のきのこ類を除いてほとんどビタミンDは含まれていません。しかし、紫外線の助けによってビタミンDは自分の体の中(皮膚)で

合成することができます。ビタミンDの主な働きはカルシウム代謝の調整です。食物から摂取したり、皮膚で合成されたりしたビタミンDはそのままでは働くことができません。肝臓と腎臓で「活性化」されてはじめて効果を発揮します。カルシウム摂取不足やビタミンD不足になると、骨軟化症やくる病を起こし、骨折の危険性も増します。骨粗鬆症の原因のひとつとも考えられています。最近では、ビタミンDは筋肉に作用して高齢者の転倒予防にも役立つことが報告されています。また、妊婦のビタミンD不足は胎児の骨の発育に影響を与え、将来の骨量が低くなることが報告されています。また、ビタミンDには、さまざまながんに対する予防効果もあることが分かって来ました。

骨粗鬆症の予防と治療に必要なビタミンDは一日あたり10～20マイクログラム(百万分の1グラム)とされています。食事からとるビタミンDの必要量の目安は約5マイクログラム(妊娠中や授乳中の女性はこの1.5倍が)勧められています。平成27年国民健康・栄養調査によると、日本人のビタミンDの平均摂取量は7.5マイクログラムで、平均的には摂取量の目安を満たしていると言えます。そのうち魚介類からの摂取量は5.8マイクログラムと圧倒的に多く、全体の77.3%でした。ビタミンDは、D₂～D₇の6種がありますが、生物活性が高いのはD₂とD₃のみです。ビタミンD₂はきくらげ、本しめじ、しいたけなどのきのこ類に多く含まれています。ビタミンD₃はイワシ、カツオ、サケなどの魚介類や卵黄やバターなどに豊富に含まれています。

1日あたり必要なビタミンD摂取量は10～20マイクログラムで、食事から平均約5マイクログラムとっていますので、その差の5-15マイクログラムは、紫外線を浴びて体内で生成する必要があります。これまで、日照に恵まれている日本では、適度な日光のもとで通常の生活をしている場合、ビタミンDが不足することは少ないと考えられてきました。しかし、高齢者では、皮膚におけるビタミンD産生能力が低下することに加え、屋外での活動量減少により日光照射を受ける機会が減少する場合もあり、

やはり、日光による合成もうまく利用することが必要です。皮膚で作られたビタミンDはビタミンDの運び役(ビタミンD結合蛋白質)によってすぐに運ばれるため、消化管から吸収されるビタミンDよりも体の中で使われやすいと考えられています。とはいえ日焼けをするほどの「日光浴」が必要なのではなく、日本が位置する緯度を考えると、両手の甲くらいの面積が15分間日光にあたる程度、または日陰で30分間くらい過ごす程度で、食品から平均的に摂取されるビタミンDとあわせて十分なビタミンDが供給されるものと思われてきました。しかし、一概にこの結果を鵜呑みにできない報告が最近出されました。国立環境研究所と東京家政大学の研究チームは、必要なビタミンDを日光浴によって摂取するために必要な時間を、顔と両手の甲を露出させた条件で計算しました。その結果、成人が健康な生活を送るのに必要なビタミンDを体内で生産するために必要な日光浴の時間は、冬の12月の晴天日正午の「札幌」、「筑波」、「那覇」について、それぞれ139分、41分、14分と見積もられました。なお、紫外線の皮膚への有害な影響を及ぼし始める時間は、その約2～3倍である227分、98分、42分と見積もられました。従って、特に冬季の北日本では、健康のためには積極的に日光浴することに加え、皮膚面積を増やすために足や腕なども露出させる工夫をしたり、食事やビタミン剤によるビタミンDの補充が必要と指摘しています(宮内正厚他、ビタミン(2014):88,349-357)。この論文が気になったので、気象庁のデータから2017年1月末のUVインデックスを調べてみました(図9)。確かに札幌は筑波や那覇に比べてかなり低値を示していることが分かりました。

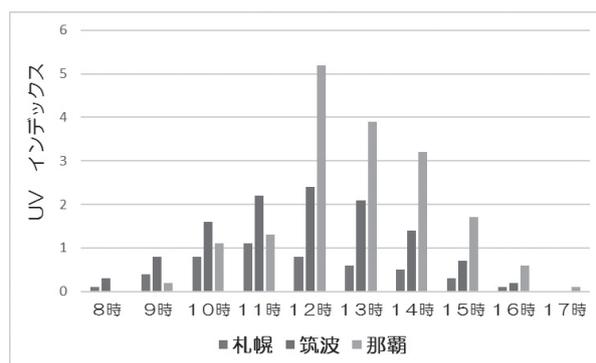


図9 真冬の日本各地の紫外線量の比較
(2017年1月30日 気象庁のデータ)

おわりに

紫外線には有害な作用と有益な作用があります。まずは、有害性を考えます。長期的には日本人の皮膚がんの罹患率は白色人種と比べて大変低いのですが、皮膚のシワやシミの原因であると同時に白内障を引き起こします。短期的には雪目や日焼けの原因ともなります。したがって強い紫外線を浴びることはなるべく避けなければなりません。一方、有益性を考えると、骨の健康に不可欠なビタミンDの生成があります。ビタミンDの必要量は、食事だけでは足りず、紫外線(日光浴)が不可欠です。健常人では日本の緯度や気候を考えると意識して日光浴する必要性は余りありませんが、妊婦や乳幼児、高齢者は、意識して日光浴をすることが求められます。特に北部日本の冬期には、紫外線量が低下しますので、積極的に日光浴することに加え、皮膚面積を増やすために足や腕なども露出させる工夫などが必要と言えます。紫外線の有害な作用を避け、有益な作用を上手く利用して下さい。

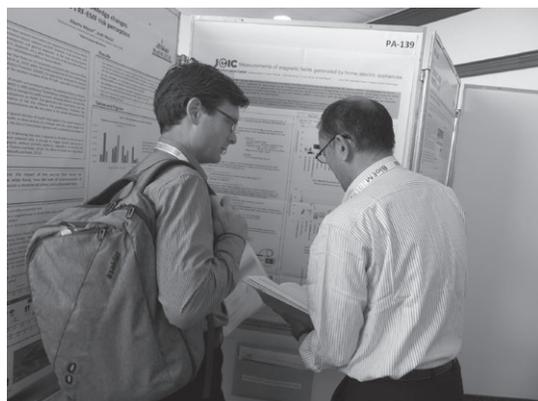
B i o E M 2 0 1 8 発表報告

情報提供グループ 林 清孝

2018年6月24日～6月29日の6日間、地中海沿岸に位置するスロベニアのポルトロスにおいてBioEM2018が開催されました。BioEMは米国の生体電磁気学会(BEMS)と欧州電磁気学会(EBEA)が合同で開催する学術集会です。同学術集会では、全部で283件の発表があり、日本からは26件の発表がありました。ポスターセッションにおいて「Measurements of magnetic fields Generated by home electric appliances」と題して最新の家電製品における磁界の測定結果について発表しましたので、その概要についてご紹介します。

ポスター発表の内容について

2015年度～2017年度にかけて、家電製品42種目(テレビ、洗濯機、冷蔵庫、エアコン、LED照明、IH調理器など)について、インターネット比較サイトで人気の最新機種の中からそれぞれ上位3機種程度を選択し、そこから出る磁界の値を測定し、その結果を μT (マイクロテスラ)にて示しました。測定方法は、国際的に定められた規格IEC62233(JIS C 1912)に基づいて行いました。それぞれの家電製品を最大出力にした状態で、磁界の強さが最も大きい箇所を見つけて行いました。その結果、各家電製品から発生する磁界の大きさは、いずれも国際的なガイドラインICNIRP2010の一般公衆への参考レベル(50,60Hz付近では $200\mu\text{T}$; 30kHz付近では $27\mu\text{T}$ など)と比べると十分に小さい値でした。



ポスターセッション会場での様子(右側が筆者)

発表に関する質問や意見について

質問などは15名程度の方から受けました、質問の主な内容は以下のとおりです。

- ・測定目的について
- ・磁界の測定方法について
- ・磁界の測定結果について
(磁界が大きい理由、古い製品と最新の製品との違いなど)
- ・今後の磁界測定予定について

発表の感想および抱負

ポスター発表は、人がすれ違うのも大変なくらいのスペースしかない程の狭い会場で、同じ時間帯に70件程度の発表があり、密集した状態での発表でした。それにもかかわらず、15名程度という多くの方々与会場でお話し、活発な議論をすることが出来ました。また、テイクフリー用として、ポスター発表資料のコピーを30枚ほど用意しましたが、途中で、全部なくなってしまいました。最新の家電製品から出ている磁界の大きさについての関心の高さをうかがい知ることが出来ました。

今回のポスター発表で頂いた、意見や内容を今後の磁界測定業務に活かして行くとともに、学術集会で知り合った関係者の方々との交流を今後の電磁界情報センターの業務に活かしていければ、と思います。

コラム

電気学あれこれ

近くの本屋で江戸時代の科学者を紹介した新刊書が目にとまりました。この本では歴史に名を残した人物で、東芝のもとをつくり、「からくり儀右衛門」として名を馳せた「田中久重」、多くの逸材が輩出した「適塾」の「緒方洪庵」、和算の「関孝和」、伊能忠敬を育てた「高橋至時」、電気学の祖として「橋本宗吉」、「平賀源内」は本草学者として、合計11名が紹介されています。

2017年は杉田玄白(1733-1817)が亡くなって200年が経っていました。玄白は、前野良沢らと共に和蘭語の医書「ターヘル・アナトミア」を苦心の末に日本語に訳した「解体新書」を著したことで有名であります。蘭学の興隆は、徳川八代将軍吉宗が和蘭の書籍の輸入を解禁したことで始まりました。玄白は、亡くなる数年前83歳のとき、この蘭学の草創期から最盛期への蘭学の流れと自身の経験を綴った自伝「蘭学事始」を著しました。この著は大槻玄沢が補筆し、1815年に完成しています。

杉田玄白は「蘭学事始」で、平賀源内(1728-1779)を「その頃平賀源内といふ浪人者あり。この男、業は本草家にて生まれ得て理にさとく、敏才にしてよく時の人気に叶ひし生まれなりき。」と紹介しています。源内は吉宗の治世に香川県さぬき市



平賀源内電気実験の地

志度に生まれ、本草学者として名をなし、江戸、深川の清澄に住居をかまえ、長崎で手に入れたエレキテルの修理・復元に成功し、自宅でエレキテルを用いた電気実験を行っています。今では東京、隅田川の清澄橋の近く、清澄1丁目の一角に「平賀源内電気実験の地」という碑が建っています。源内はヒトを斬り殺したことで捉えられ、小伝馬町の牢内で病死、また餓死したとか言われています。源内が西洋画の技法を紹介した秋田藩士小田野直武が「解体新書」の扉絵を描いています。

「蘭学事始」で、橋本宗吉(1763-1836)は「大阪に橋本宗吉といふ男あり。傘屋の紋かくことを業として老親を養い、世を営めりと。不学なれど、生来奇才あるものゆゑ、土地の豪商ども見立てて力を加え、江戸へ下して玄沢が門に入れたり、僅かの逗留の間出精し、その大体を学び、帰坂の後も自ら勉めてその業大いに進み、後は医師となりて益々この業を唱へ、従



中家住宅表門(重要文化財)

遊の人も多く、漸く訳書をもなし、五畿、七道、山陽、南海諸道の人を誘導し、今に於けるいよいよ盛んなりと聞けり。」と紹介されています。江戸から帰坂後、宗吉は医院と蘭学塾を兼ねた「絲漢堂」を、今の大阪市中央区南船場に開き、ここを拠点として蘭方の医師として治療に当たり、オランダ語を翻訳し西洋科学を身につけ、今では電気学の祖と呼ばれています。大坂泉州熊取の荘官で絲漢堂の門人の中喜久太は、弟・盛意と自宅の庭の高さ約40メートルの松の木で空中の電気を捉えることに成功しました。この様子を宗吉が「阿蘭陀始制エレキテル究理原」に「泉州熊取谷にて天の火を取りたる図説」としてまとめています。松の先端近くに桶をとりつけ、そこから竹を突き出して先端に針金を付けて雷雲が来たときに針金を伝わって立ち会った人物の指先に火花が散っていることを伝えています。この電気実験は、風を揚げて雷と電気は同じであることを明らかにしたフランクリンから遅れること約60年であります。エレキテルを使った宗吉の「百人おどし」もよく知られています。



橋本宗吉電気実験の地

幕末の朱子学者で蘭学を学んだ思想家佐久間象山(1811-1864)は真田家家臣として八代幸貫と九代幸教の二代に仕え、さまざまな科学実験を行っています。長野県、松代には象山記念館があり、そこでは象山のさまざまな面が紹介されています。象山は勝海舟の妹、順を妻に迎えています。また、江戸での門弟には吉田松陰がおり、松陰がアメリカ密航を試みた事件に連座して、松代で十数年にわたって蟄居生活を余儀なくされま

した。この蟄居中、科学者としてダニエル電池を用いた人体に微弱な電流を流す電気治療器、馬蹄形磁石を使った地震予知器などを作っています。蟄居が解かれた後、象山は公武合体を唱えたことから尊皇攘夷の志士の標的となり、最後は京都三条木屋町で尊皇派の志士の凶刃に倒れ、今では生家近く、象山神社で神として祀られています。

江戸時代における電気学の祖三名を簡単に紹介してみましたが、宗吉や源内が人びとをおどろかしたエレキテルの電気実験は、米村伝治郎氏によって現代に甦りテレビのサイエンスショーで静電気を使った「百人おどし」として見るすることができます。テレビで電気の不思議を楽しんでいるのを見ますと、我々の日常は江戸時代の人びとと大きな違いはないようです。



象山神社(登録有形文化財)

参考

- ・新戸雅章：『江戸の科学者-西洋に挑んだ異才列伝-』(平凡社新書、平凡社、平成30年)
- ・杉田玄白：『蘭学事始』(緒方富雄校註、岩波文庫、岩波書店、1982年)
- ・橋本雲斎先生百年記念會：『阿蘭陀始制エレキテル究理原<復刻版>』(オーム社、昭和59年)
- ・長野市：『佐久間象山の世界』(2004年)

(T.S)

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。これまでの「JEIC NEWS」と同様に、正確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。

さて、今号では7月の人事異動で新たに着任された小野寺GMに巻頭言を担当して頂きました。

新たなグループ体制のもと、今後もより良い活動方法を模索しながら「利害関係者のリスク認知のギャップ縮小」の実現を目指して参りたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

情報調査グループ 山戸 祐貴

JEIC NEWS No.52 2018（平成30）年8月31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/>