

## 「訂正」

第21巻第2号に掲載した下記の論文の中に訂正箇所がございました。

北條祥子 & 土器屋美貴子著：

電磁波過敏症に関する最新知見と今後の課題（臨床環境医学 21：131～151, 2012）

上記論文（135ページ）の中で「5. 最近の COST ファクトシートで示された見解」の項での、

「なお、COST ファクトシートの和訳版も発表されているが、和訳版はある部分の和訳の欠如や一部誤解をまねきかねない和訳箇所が多少あるように思われる。」という記載を削除させていただきます。

「臨床環境医学」編集室

編集委員長 大槻 剛 巳

**総説****電磁過敏症に関する最新知見と今後の課題**北條祥子<sup>1)</sup> 土器屋美貴子<sup>2)</sup>

1) 早稲田大学応用脳科学研究所

2) 勝山動物病院つばき動物診療所

**An overview of the current scientific knowledge of electromagnetic hypersensitivity and issues in the future**Sachiko Hojo<sup>1)</sup> Mikiko Tokiya<sup>2)</sup>

1) Institute of Applied Brain Science, Waseda University, Saitama, Japan

2) Kastuyama Animal Hospital

**要約**

電磁過敏症(電磁波過敏症、EHS)は、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインで定められた安全基準より遥かに低いレベルの電磁界に曝露されることにより、頭痛、睡眠障害、疲労感、耳鳴り、めまい、記憶障害、不整脈および皮膚症状など全身に非特異的症状を発現する健康障害である。これまで欧米を中心に多くの研究が行われてきたが、その病因や発症のメカニズムなどはほとんど不明であり、診断基準も定まっていない。特に日本は、欧米諸国と比較して、この分野の研究が遅れている。そこで、筆者らは日本におけるEHS患者の疫学調査を開始した。

この総説では、まず、EHSに関する世界的最新情報をレビューする。次に、欧州諸国などで実施されている予防原則的取組みを紹介しながら、今後の日本におけるこの問題への取り組み方について考察する。最後に、筆者らが日本のEHS患者の実態解明のために開始した電磁過敏症の疫学研究の一端を紹介する。

**《キーワード》** 電磁過敏症、化学物質過敏症、最新知見、疫学調査、日本**Abstract**

Electromagnetic hypersensitivity (EHS) is a health disturbance with nonspecific symptoms such as headaches, sleeping problems, fatigue, tinnitus, giddiness, memory disorder, diminished concentration, and skin problems. These problems are caused by exposure to electromagnetic fields at intensities far below the limits permitted by the guideline of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Although research on EHS has been done intensively, its diagnostic criteria are not determined, but just provide descriptions of the subjective symptoms, and most of the causes and morbidity of the disease are still not understood. In Japan, the epidemiologic study on EHS is lagging behind, especially compared with Western countries. To combat this problem, we

別刷請求宛先: 北條祥子

〒981-0942 仙台市青葉区貝ヶ森3-7-28

Reprint Requests to Sachiko Hojo, 3-7-28 Kaigamori, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-0942, Japan

have started the epidemiologic survey of EHS in Japan.

In this review, we initially present an overview of the current scientific knowledge on this issue. We then explain the policies based on the precautionary principle against EHS, carried out in European countries, and we consider how to implement such policies in Japan. Finally, a section of our epidemiologic study on EHS in Japan is presented.

---

《Key words》 electromagnetic hypersensitivity, epidemiologic survey, Japan, multiple chemical sensitivity, overview

---

## はじめに

近年、世界的に、新しい技術を取り入れた家電製品、コンピューター、携帯電話やスマートフォン等、電磁界 (EMF) の発生源の種類や数はめざましく増加しており、それに伴う健康影響が問題となっている。超低周波領域では、高圧送電線と小児白血病・脳腫瘍に関する多くの疫学調査が行われ、国際がん研究期間 (IARC) は、それらの疫学調査結果をもとに、2002年、低周波磁界 (50/60Hz の商用周波数磁界) をグループ2B (発がん性があるかもしれない) に分類した<sup>1)</sup>。また、携帯電話 (主として800MHz ~2GHz) の高周波領域の健康リスクに関しては、日本も参加した世界13か国の大規模な共同研究 (インターフォーン研究)<sup>2)</sup>が行われた。その結果を受けて、IARC は、2011年5月に携帯電話などの高周波電磁界もグループ2B に分類した<sup>3)</sup>。

世界保健機関 (WHO) は、国際電磁界プロジェクトを立ち上げ、同国際諮問委員会において、電磁界曝露を適切な範囲に抑えるための行動計画等のリスク管理手法を含めた電磁界曝露のリスク検討を行い、ファクトシート NO.193 (電磁界と公衆衛生: 携帯電話)<sup>4)</sup>、ファクトシート NO.296 (電磁界と公衆衛生: 電磁過敏症)<sup>5)</sup>、ファクトシート NO.299 (電磁界と公衆衛生: 静的な電界および磁界)<sup>6)</sup>、ファクトシート NO.304 (電磁界と公衆衛生: 基地局および無線技術)<sup>7)</sup>、ファクトシート NO.322 (電磁界と公衆衛生: 超低周波電磁界への曝露)<sup>8)</sup> を次々に発表している。

刺激作用 (感電・ビリビリ感など) と熱作用 (温める作用) に関しては、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) による“時間変化する電界および磁界への曝露制限に関するガイドライ

ン<sup>9)</sup>”が示されており、このガイドラインは日本や多くの国で採用されている<sup>10)</sup>。

一方、この ICNIRP のガイドラインより遥かに低いレベルの電磁界に曝露されることにより、頭痛や睡眠障害などの不定愁訴症状を生ずる“電磁過敏症 (電磁波過敏症)”については、世界中で患者の増加が報告されているものの、その病因や病態解明が難しいため、診断基準も定まっていない。また、いろいろな種類の微量な化学物質に鋭敏に反応して、多彩な症状を引き起こす化学物質過敏症 (MCS) 患者は、しばしば、電磁界にも過敏反応を示すことが知られているが、両者の関係は必ずしも明らかになっていない。

なお、「電磁界」とは電流が流れている電線などのまわりに発生する「電界」と「磁界」が組み合わされたものであり、「電磁波」とは電界と磁界が交互に発生しながら空間を伝わっていく波のことである。この分野では、「電磁界」という用語を用いていることが多いが、本雑誌の読者にはなじみにくい用語だと思われるので、ここでは、電磁波という表現を用いる。また、呼称についても電磁波過敏症 (electrical hypersensitivity, ES) 以外に、電磁過敏症 (electromagnetic hypersensitivity, EHS)、電気過敏症 (electro sensitivity)、本態性環境不耐症 (idiopathic environmental intolerance, IEI-EMF) などが使われているが、ここでは、“電磁過敏症 (EHS)”という名称を用い、以後、EHS と略す。

最近、世界的に EHS に関するいくつかの統計的レビュー、欧州科学技術研究協力機構 (COST) のファクトシート、欧州評議会の決議書が、日本でも関連論文や専門書籍、日本弁護士連合会の“電磁波問題に関する意見書”などが相次いで発

表されている。

筆者らは、長年、MCS やシックハウス症候群に関して Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory (QEESI 問診票、以後 QEESI とする) を用いた臨床疫学研究<sup>11-21)</sup>を行ってきた。2009年より、MCS と EHS の関係を検討するために、日本における EHS に関する疫学調査を開始した。

この総説では、まず I で筆者らの疫学的研究の背景となっている世界的な EHS に関する最新情報を紹介する。II では欧州諸国などで実施されている予防原則的取組みを紹介しながら、今後の日本におけるこの問題への取り組み方について考察する。III では筆者らが開始した日本の EHS に関する疫学研究の一端を紹介する。

## I. EHS に関する最新情報

### 1. 歴史

1980年代にはじめて電磁波に過敏な反応を示す患者の存在が発見された。1991年、米国の医師 William J Rea<sup>20)</sup> は「送電線や携帯基地局などから発生するマイクロ波などにより、主に自律神経系などを中心に影響を受ける健康障害で、化学物質過敏症と密接な関係がある」として、電磁波過敏症 (electrical hypersensitivity, ES) という病名を提起した。その後、世界各地で同様な患者の存在が報告されるようになり、WHO は2004年に25ヶ国150人以上の研究者が参加したワークショップを開催し、その結果を Proceeding<sup>25)</sup>として報告している。2005年には WHO ファクトシート296 (電磁界と公衆衛生: 電磁過敏症)<sup>5)</sup>が出され、その後も、欧州諸国を中心に多くの研究が積み重ねられている。

### 2. 症状および重篤度

EHS の一般的な症状は、皮膚症状 (顔面の刺す感じ、発赤、かゆみ・チクチク感、灼熱感)、中枢神経および自律神経性の症状 (頭痛、睡眠障害、疲労感、集中力減退、めまい、吐き気、不整脈、動悸、消化不良) など、多臓器の様々な非特異的的症状が特徴である。英国健康保護庁の報告<sup>26)</sup>では、『症状は顔面皮膚症状と全身に及ぶ非特異的的症状に大きく二分できる。顔面皮膚症状は視覚

表示装置 (VDT) に起因するもので、スウェーデンなど北欧人で報告が多い。それ以外の国では全体的非特異的的症状がほとんどである』と記されている。

症状の程度は、軽症者から動けなくなる程の重症者まで多様である。EHS 患者の存在を世界に先がけて社会問題化してきたスウェーデンでは、自己申告患者 (166名) と一般人 (10,349名) を比較した結果、病気のため退職したり、病気休暇をとったり、または障害年金を受給している人の割合は、EHS 患者群は10.2%と、一般人群 (5.4%) と比べ、約2倍多いと報告されている<sup>27)</sup>。日本では Kato & Johansson<sup>28)</sup> が EHS 患者支援組織メンバーを対象とした調査を行い、調査対象有職者の50%は重症のため退職を余儀なくされ、15%は仕事に支障をきたし、発病前より収入が減少したと報告している。

### 3. 症状の引き金となる電磁波発生源

症状発現の引き金となる電磁波発生源としては、携帯電話端末、携帯電話基地局、コンピューター、コードレス電話機、高圧送電線、一般家電製品、蛍光灯など多彩であり、それらの周波数、波長、強度も様々である。しかし、電磁波発生源の種類と発現する症状の種類および重篤度の間には、現段階では、相関性は見いだされていないとされている。

前述の Kato & Johansson<sup>28)</sup>らの調査で、推定発症要因としては、携帯電話基地局 (37.3%)、コンピューター (20.0%)、家電製品 (14.7%)、医療機器 (14.7%)、携帯電話 (8.0%)、送電線・配電線 (6.7%)、IH クッキングヒーター (6.7%) が挙げられている。また症状を起こすものとしては、携帯電話基地局 (70.7%)、他人使用携帯電話 (64.0%)、コンピューター (62.7%)、送電・配電線 (60.0%)、テレビ (56.0%)、本人使用携帯電話 (56.0%)、コードレス電話 (52.0%)、エアコン (49.3%)、車 (40.8%) が挙げられている<sup>28)</sup>。日本では、携帯電話基地局を推定発症要因および症状を起こす要因として最も多くの方が挙げている点が注目される。

なお、電磁波とは、可視光線や紫外線などの自

表1 身の回りの電磁波（電磁界）の種類とその発生源

分類	名称	周波数 f (Hz)	波長 λ (m)	発生源の例	
電離放射線	放射線 ガンマ (γ) 線	3 EHz ~	~100 pm	ガンマ線 (放射線) 治療	
	X線	30 PHz ~ 300 EHz	1 pm ~10 nm	<u>レントゲン検査</u> 、 <u>CT検査</u> 、 <u>非破壊検査</u>	
	光 (太陽など) 紫外線	790THz ~ 30 PHz	10~380 nm	殺菌灯、日焼けサロン	
非電離放射線	可視光線	370~790 THz	380~810 nm	光学機器	
	赤外線	3~370 THz	810 mm ~ 100 μm	赤外線リモコン、赤外線ヒーター	
	高周波	サブミリ波	300 GHz ~ 3 THz	0.1~1 mm	ボディスキャナー
		ミリ波 (EHF)	30~300 GHz	1~10 mm	レーダー
		マイクロ波 (SHF)	3~30 GHz	1~10 cm	衛星放送 (BS)、衛星通信、自動車搭載衝突防止レーダー
	波	極超短波 (UHF)	300 MHz ~ 3 GHz	10~100 cm	<u>電子レンジ*</u> 、 <u>携帯電話*</u> (GSM, UMTS, PHS, スマートフォン)、 <u>ラジオ・テレビ塔*</u> 、 <u>携帯電話基地局*</u> 、 <u>無線LAN</u> 、 <u>ブルートゥース</u> 、 <u>Wi-Fi</u> 、 <u>WiMAX</u> 、 <u>コードレス電話</u> 、 <u>スマートメーター</u> 、 <u>精密レーダー</u>
	中間周波	超短波 (VHF)	30~300 MHz	1~10 m	FM ラジオ放送、航空管制、鉄道無線、防災無線、長距離レーダー、 <u>MRI検査</u> 、 <u>コードレス電話</u>
		短波 (HF)	3~30 MHz	10~100 m	IC カード (SUICA 乗車カードなど)、国際放送、 <u>ラジコン</u> 、 <u>玩具</u> 、 <u>超音波検査</u>
		中波 (MF)	300 kHz ~ 3 MHz	0.1~1 km	AM ラジオ放送、船舶・航空機ビーコン、LED 電球
		長波 (LF)	30~300 kHz	1~10 km	<u>IH 調理器</u> 、船舶・航空機ビーコン、ハイブリッドカー
		超長波 (VLF)	3~30 kHz	10~100 km	<u>IH 調理器</u> 、無線航行、ハイブリッドカー
		極超長波 (ULF)	300~3 kHz	100~1000 km	ハイブリッドカー
超低周波	超低周波 (ELF)	300以下	1000 km 以上	<u>パソコン*</u> 、 <u>送電線・配電線等電力設備*</u> 、 <u>テレビ*</u> 、 <u>蛍光灯*</u> 、 <u>一般家電製品*</u> (DVD・ビデオデッキ、掃除機、電気毛布、ホットカーペット、冷蔵庫、エアコン、ヘアードライヤー、電気髭剃り、ラジオ、トースター、電気ポット、電気炊飯器、洗濯機、扇風機、空気清浄器、加湿器など)、	

注1. 周波数 (単位: Hz, ヘルツ) は1秒間に振動する数で、電磁波の伝わる速さ「30万キロメートル/秒」を波長で割った数  

$$[\text{周波数 } f \text{ (Hz)} = \text{速さ } 3 \times 10^8 \text{ (m/s)} \div \text{波長 } \lambda \text{ (m)}]$$

注2. 1 μm は千分の1 mm、1 nm は百万分の1 mm、1 pm は10億分の1 mm  
 K: kilo=10<sup>3</sup>, M: mega=10<sup>6</sup>, G: giga=10<sup>9</sup>, T: tera=10<sup>12</sup>, P: peta=10<sup>15</sup>, E: exa=10<sup>18</sup>

注3. 電磁波 (電磁場) の分類・名称、発生源の例は総務省資料<sup>20)</sup>、環境省資料<sup>20)</sup>と「生体と電磁波」<sup>21)</sup>を参考にした。また、Eliti 問診票<sup>22)</sup>の電磁波発生源尺度の9項目には\*をつけた。さらに、文献上および筆者らの調査で自己申告 EHS 患者が「EHS 推定発症要因」または「症状発現要因」としてあげている電磁波発生源にはアンダーラインを付けた。

自然界の高周波電磁波、家電製品から発生する低周波、X線やγ線といった電離放射線まで、幅広く含む概念である。表1に身の回りの電磁波の種類とその主な発生源一覧表を作成し、文献上および筆者らの調査で、自己申告EHS患者が“EHS推定発症要因”または“症状発現要因”としてあげている電磁波発生源にはアンダーラインを付けた<sup>29-31)</sup>。アンダーラインが付いたものは、家電製品や送電線などの超低周波領域および携帯電話などの高周波・超短波領域のものが目立っている。

#### 4. WHOの見解

2005年12月に出されたWHOの“ファクトシート296”<sup>3)</sup>では、短期曝露結果から、「EHSには明確な診断基準がなく、EHSの症状を電磁界曝露と結びつける科学的根拠がない。その上、EHSは医学的診断名でもなければ、単独の医学的問題を表しているかどうか不明である」としながらも、様々な症状が存在すること自体は認めている。そして、「EHSの一般的な症状として、皮膚症状（発赤、チクチク感、灼熱感）、神経衰弱、自律神経系症状（倦怠感、疲労感、集中困難、めまい、吐き気、動悸、消化不良）を挙げ、これらの症状は、既知の症候群の一部とはいえない」と明記している。

#### 5. 最近のCOSTファクトシートで示された見解

2011年12月に、COSTから、European Cooperation in Science and Technology COST BM0704 Fact Sheet: Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) or 'electromagnetic hypersensitivity'<sup>32)</sup>（以後、COSTファクトシートと呼ぶ）が公表された。なお、COSTファクトシートの和訳版<sup>33)</sup>も発表されているが、和訳版はある部分の和訳の欠如や一部誤解をまねきかねない和訳箇所が多少あるように思われる。

このCOSTファクトシートの中では、上述したWHOの見解を一步進めて、“EMFによる症状発現の別の解釈”という項目を設け、以下のように記載している。（筆者注：ここでは本態性環境不耐症（IEI-EMF）という呼称を用いている。本態性は症状の発症メカニズムおよび引き金となる要因が不明であるという意味である。）

(1) WHOでは、IEI-EMFの人の、生理学的な反応は、通常の人レベルをはるかに超えていることから、特に、中枢神経系における高い反応性と自律神経系における平衡異常に関しては臨床での継続調査が必要であること、さらに、治療方法、特に成功例を記録しておくことを推奨している。（筆者注：和訳版ではこの部分の和訳が全て欠如している）

(2) また、IEI-EMFの原因には別の、良く知られた疾患が背景にある可能性も考えられる。

患者は自分の症状発現経過について、日ごろの健康状態を知っているかかりつけの医師に相談することが重要である。「ただし、環境要因に関しては、多くの場合は、かかりつけの医師も、明らかな要因を見つけ出せないことが多いかもしれない」と追記されている。

（筆者注：EHS患者の一部にはTSH（甲状腺刺激ホルモン）や肝機能障害が認められることがあるという報告もある<sup>34)</sup>。）

(3) いくつかの研究においては、実際のEMF曝露の有無とは無関係に、“今、EMFの曝露を受けている”と思うこと自体が、症状の引き金となる可能性が指摘されている。これは時として“nocebo（ノセボ）効果”と呼ばれ、偽薬の“placebo（プラセボ）効果”の反対のものである。“ノセボ効果”も“プラセボ効果”も、心と身体の相互作用（心身相関）を示す事例であり、他の疾患でもよく観察されている。なお、IEI-EMFのノセボ効果に関する具体的実験例に関してはメカニズムのところで紹介する。

#### 6. “電磁波に過敏な人”の有病率

EHSは、診断基準が確立していないため、厳密な意味でのEHS患者の有病率に関する疫学調査はないが、“電磁波に過敏な人”に関する疫学調査はいろいろな国で実施されている。COSTファクトシート<sup>32)</sup>および、最近出されたRöösliら<sup>35)</sup>、Rubinら<sup>36)</sup>、Baliatsasら<sup>37)</sup>の統計的レビューの中で紹介されている疫学調査結果を年代順に表2にまとめた<sup>27, 38-47)</sup>。有病率（電磁波の過敏な人の割合）は1%から10%までと大きな幅がある。この違いは、国によって症状を持つ人の数が違う

表2 各国の電磁波に過敏な人の有病率

国 (地域)	電磁過敏の定義	調査対象	有効回答者数 (調査人数)	調査方法	調査年度	有病率 (%)	記載文献
スウェーデン (ストックホルム)	電場・磁場に対する過敏という自覚がある人	19~80才	10,670 (15,000)	無作為抽出者へ 質問紙郵送	1997	1.5	HillertL., et al. 2002 <sup>67)</sup>
アメリカ (カリフォルニア州)	家電製品や送電線付近で過敏反応を示す人	18~85才	2,063 (2,072)	無作為抽出番号へ 電話聴取	1998	3.2	Levallois, et al. 2002 <sup>68)</sup>
オーストリア	対象者の電流知覚分布上、標準偏差以下の弱い強度で感知した人	17~60才	708 (905)	50Hz 電流感知 試験	2003	2.3	Leitgeb, et al. 2003 <sup>69)</sup>
スイス	自分の健康問題が電磁波発生源と関連していると思っている人	14歳以上成人	2,048	無作為抽出番号へ 電話聴取	2004	5.0	Schreier, et al. 2006 <sup>60)</sup>
イギリス (コルチェスター)	Eltiti 基準値 (*1) を満たす人	選挙人名簿登録者	4,431 (20,000)	無作為抽出者へ 質問紙郵送	2006	4.0	Eltiti, et al. 2007 <sup>61)</sup>
台湾 (全国)	電磁場付近で過敏に反応する人で、BSRS-5 (*2) 合計点が6点以上の人	18歳以上	1,251 (10,800)	無作為抽出番号へ 電話聴取	2007	13.3	Meg, et al. 2011 <sup>62)</sup>
オーストリア (*3)	電磁気による影響を感じ、なんらかの症状を有する人	15~80才	460 (526)	無作為抽出番号へ 電話聴取	2008	3.5	Schröftner, et al. 2008 <sup>63)</sup>
ドイツ (全国)	体調不良が携帯電話基地局の影響だと 思っている人 (*4)	成人	30,047 (51,444)	全国調査 質問紙を郵送	2008	10.3	Blettner, et al. 2009 <sup>64)</sup>
スイス (バーゼル周辺)	電気に過敏だという人 (*5)	30~60才	1,375 (4,000)	無作為抽出者へ 質問紙郵送	2008	8.1	Mohler, et al. 2010 <sup>65)</sup>
日本 (関東地区)	MPRS (*6) を示す人	20~60才女性	3,006 (5,000)	無作為抽出者へ 質問紙郵送	2008	1.2 (女性のみ)	Furubayashi, et al. 2009 <sup>66)</sup>

\*1 Eltiti 基準値とは、次の3条件をすべて満たす者 ①問診票症状合計26点以上、②症状と電磁界の関連を自覚、③症状が慢性疾患で説明できない

\*2 BSRS-5 : Brief Symptom Rating Scale-5の略。Derogatis Symptom Check List-90-R を改訂し50項目にしたBSRS-50のうち5項目。4段階単位尺度で評価。

\*3 1994年の調査 (Leitgeb N, COST Workshop, 1994: p68-74)<sup>67)</sup> と比較している。

\*4 研究の主目的は、携帯電話基地局近傍に居住することと健康不調との関連調査。

\*5 研究の主目的は、高周波電磁界と睡眠の関連調査。郵送された質問紙で睡眠の質、ばく露との関連などを尋ねた。

\*6 MPRS : Mobile Phone Related Symptoms の略。すなわち携帯電話基地局・携帯電話端末使用により通常でない症状のこと。

ことに加え、“電磁波に過敏な人をどう定義したか? ”、“どのような調査対象をどのような方法を用いて評価したか? ”、さらに“情報メディアの普及率の差”も関係しているものと推測される。

例えば、スウェーデン (ストックホルム) の調査<sup>37)</sup>では、「電場または磁場に過敏に反応したり、アレルギーを起こしたりする人を電磁波に過敏」と定義して、その割合を1.5%と報告している。また、アメリカ (カリフォルニア州) の調査<sup>38)</sup>では、「電気器具、コンピューターまたは送電線に近寄ると、アレルギーを起こしたり、きわめて敏感に反応したりする人を電磁波過敏」と定義し、その割合は3.2%と報告している。英国の Eltiti<sup>41)</sup>は、独自に問診票 (Eltiti 問診票) を開発し、自己申告 EHS 患者群と対照群の問診票得点を比較して基準値を設定した (表2参照)。そして、英国の選挙人登録者名簿から無作為抽出した2万人を対象とした調査を行い、その基準値以上の人を“電磁波に過敏な人”と定義して、英国では人口の4%存在すると報告している。

また、2008年のオーストリアの調査では、Leitgeb Nらの調査<sup>42)</sup>と比較して、1994年は2%だったのが、2008年には3.5%と、14年間で約1.8倍に増加していたと報告されている<sup>43)</sup>。さらに、日本の Furubayashi<sup>44)</sup>らは、MPRS (Mobile Phone Related Symptoms)、すなわち、携帯電話基地局・携帯電話端末使用により通常でない症状を呈する女性の割合を1.2%と報告している。その後、宇川<sup>45)</sup>は男性7,000人を対象とした調査も行ったが、男性でも1.2%だったとした上で、携帯電話端末以外の発生源に対する症状発現を加えると、日本人の電磁波に過敏な人の比率は1.2%よりかなり多いだろうと推測している。1.2%は、日本全体では150万人、2%では250万人、英国同様に4%なら500万人も存在することになり、重視すべき数である。

なお、一般的に EHS は女性の方が男性より有病率が高い傾向があることが知られているが、その詳細やメカニズムなどはよくわかっていない。坂部<sup>46)</sup>らは、その理由として、『女性はホルモン変動により体調に変動を起こしやすいこと、海

馬の神経ネットワークの成長には女性ホルモンがかかわっていること、海馬の回路と関係している視床下部—下垂体—副腎系は女性の方が敏感で電磁波の影響を受けやすいこと』などと推測している。

## 7. 短期電磁波曝露試験の結果

電磁波曝露と症状発現との因果関係を調べるために、いくつかの電磁波の短期的曝露試験が行われている。これらの調査では電磁波の発生源としては、ビデオディスプレイ装置、携帯電話とその基地局などが用いられている (表1参照)。また、一般的に生理的影響を引き起こすとされているレベル以下の強度で、いくつかの生理的影響が調べられている。

COST ファクトシート<sup>32)</sup>や最新の統計的レビュー (システム解析、メタ解析、プール解析など)<sup>35-37)</sup>では、『低レベル電磁界の長期曝露影響に関しては、現段階では、調査方法がないので検討できず不明である』と明記した上で、以下のような共通の結論に達している。

(1) 自己申告 EHS 患者群と対照群間で電磁波感知能力に差があるかどうかを二重盲検条件下で比較した。例えば、実験室内で、ある強度の携帯電話の電波を流した時に、患者群と対照群間の電磁波感知能力に差があるかどうかを比較した。その結果、大多数の研究では、患者群と対照群間で電磁波感知能力に有意差が認められなかった。(筆者注: 健常者 (症状は引き起さない人) でも、電磁波に対して感知する閾値が低い、すなわち、微弱な電気を感じる一群 (電磁波高感受性集団) がおり、これは EHS とは異なるという報告もある<sup>39)</sup>。)(2) いくつかの研究では、心拍数、血圧、体温、発汗、記憶や反応時間など、客観的に計測できる影響項目も調べられた。その結果、大部分は電磁波曝露とこれらの計測結果との間には相関関係は認められなかった。一部、有意な相関関係が認められたとする研究があったが、それらは、別の、独立した研究での再現性は確認されていない。(3) 電磁波曝露で認知作業成績および睡眠に影響があることを認めた研究もいくつか存在した。しかし、同様の変化は健常者群でも観察され



ており、EHS患者に特異的なものとは言えない。(4)したがって、低レベル電磁波の短期曝露実験では、全体としては、実際に電磁波を感知できる極少数の人々が存在する可能性は完全には排除できないものの、EHSとの科学的因果関係は証明されていない。

なお、一部の研究者は、上述したような短期曝露試験結果から、“EHSの症状を電磁波曝露と結びつける科学的根拠がない”と結論づける傾向があるが、正確には“電磁波曝露とEHS患者の症状との因果関係は、現時点では、科学的に確認されていない”というべきだろう。何故なら、実施された曝露試験は短期曝露試験のみで、低レベルの長期曝露については全く不明である。また、私たちの身の周りには曝露試験で用いられた発生源以外の様々な周波数や波長が異なるものが存在しているからである(表1参照)。さらに、これらは単独影響ばかりでなく、複合影響も想定されるが、複合影響の解析はその組み合わせも無数に存在し、それらをすべて解析することは不可能に近いからである。

#### 8. 発症のメカニズムに関する諸説

EHSの発症メカニズムについてはよくわかっていないが、いくつかの説がある。ここでは、全身の非特異的の症状に関して上述の“ノセボ効果”と“Pallの一酸化窒素・過酸化亜硝酸説”を、皮膚症状に関しては“肥満細胞によるヒスタミンを介した反応説”について紹介する。

##### (1) ノセボ効果

“ノセボ効果”に関しては、いくつかの報告がある<sup>35-37, 50, 51)</sup>。一例として2008年のドイツの研究<sup>50)</sup>を紹介する。この実験では、自己申告EHS患者群15名と対照群15名に以下のような実験を行い、各被験者の脳の活動をfunctional MRI (fMRI、機能的磁気共鳴画像法)という装置で調べた。調査では、まず、「携帯電話の電波をこれから発信させます」と事前に説明しておき、その後数秒間、実際には電波を発信していないのに、「今、電波が出ました。どういう風に感じますか?」と聞いた。その結果、偽電波でもEHS患者群の方が対照群より、強い痛みを訴えると共に、fMRIの反

応も有意に強く現れた。すなわち、EHS患者は“電磁波を流された”という精神的要因により、実際に痛みを感じ、脳活動(fMRI反応)でも有意な変化が見られた。一方、48度の痛みを感じない熱刺激を指先に与えた場合は、両群間の痛みやfMRIの反応に有意差は認められなかった。

なお、この“ノセボ効果”をもとに電磁波と症状発現との関連性を疑問視する主張もある。しかし、一度、電磁波で非常に不快な症状を発現した経験をもつEHS患者が“電磁波を流された”という精神的ストレスで症状が出るのはある意味当然である。高血圧の持病を持つ患者が精神的ストレスで血圧が上がることやアレルギー患者が精神的ストレスでも症状発現するのと同様である。ノセボ効果は心身相関の仕組みによる症状発現、特に中枢神経系や自律神経系の症状発現をするという一つのメカニズムを示唆するものであり、この種の健康障害の病因解明の難しさを示す例として理解すべきではないだろうか?そして、すでにEHSを発症した患者に対し、“可能な電磁波対策など環境改善を行うこと”は心身相関のメカニズムからみても症状緩和につながる有効な治療方法だと考えるべきではないだろうか?

##### (2) “Pallの一酸化窒素・過酸化亜硝酸説”

この説はPall<sup>52)</sup>により提唱されたものである。坂部らは<sup>50)</sup>、「生体と電磁波」の中で、「化学物質障害の細胞への影響が酸化ストレスであり、カルシウム代謝異常も生じるとすれば、この過程をそのまま電磁波過敏症の発症メカニズムに重ね合わせることができる。その概念図を示す(参考図)。図の左半分は化学物質過敏症であり、これに電磁波(電波)の影響が加わることで症状が増悪される。低周波音、光、低周波振動などの五感を通しての外部環境からの刺激や、体内に内部環境からの刺激も、すべて同様な刺激になってしまう。このため、化学物質過敏症であれ、電磁波過敏症であれ、類似の反応になってしまう。また、EHS患者の治療にビタミンB<sub>12</sub>(過酸化亜硝酸の除去剤)投与が有効である事実と考えわせても、このメカニズムは理解しやすい」と記している。筆者もこのPallの説はMCSとEHSの関連性を考え

過酸化亜硝酸を考慮した環境悪影響



### 参考図 Pall の化学物質過敏症発症機序の考え方に、電磁波過敏症発症機序を書き加えてみた図

過酸化亜硝酸、活性酸素を中心に、グルタミン酸受容体への影響を考慮した発症機序である。

(出典：坂部貢、羽根邦夫、宮田幹夫著「生体と電磁波」pp118<sup>54)</sup>)

る上でも理解しやすいと考える。

#### (3) “肥満細胞によるヒスタミンを介した反応説”

EHS 患者では全身的な非特異的症状の他に、皮膚症状（発赤、チクチク感、灼熱感）が特徴である。Johansson<sup>55)</sup> は EHS 患者では、実際に皮膚表層近くに肥満細胞（マスト細胞、白血球の一種でアレルギー反応時にヒスタミン放出を行う細胞）が増加していることを見出し、EHS 患者の皮膚症状は、肥満細胞によるヒスタミンによる反応の可能性を示唆している。なお、皮膚症状に関しては、物理的な蕁麻疹という説<sup>56)</sup> もある。

## II. 日本における今後の対応に対する考察

### 1. COST ファクトシートの提案

前述した COST ファクトシートの結論では“何が出来るのだろうか”にかなりのスペースを割き、『EMF が不健康状態の原因であるか否かは別として、自分が EMF に対し過敏であると言う人は実際の症状を感じている。彼らの体調を改善するための努力をしなければならない。その場合は、特定の状況やその個人に合った方法がとられた時に最も効果があがる。そのような方法は人によって、国によってさまざまなものになるだろう』と記した上で、この問題解決のために以下のような 3 つの体系的アプローチを、具体的事例と共に提

案している。

- ① 情報を提供すること
- ② 症状が初期段階の人へ援助を申し出ること
- ③ 症状が重篤で長期間続いている人には治療を行うこと

これらの体系的アプローチは、今後の我が国における EHS 患者に対する対応を考える上でも大いに参考になる。なお、ドイツでは、臨床医にアンケート調査を行ったところ、多くの医師が IC-NIRP のガイドライン以下の電磁波によっても症状を引き起す患者がいる旨の回答をしたこと、実際に具体的な患者救済対策を講じていることが報告されている<sup>34,57)</sup>。

### 2. 電磁波の健康影響に対する予防原則に基づく取組み

予防原則は、1992年の地球サミットにおいて導入された概念で、“リオ宣言”<sup>58)</sup>の前文には、『環境保全や化学物質の安全性などに関する政策の決定にあたり、具体的な環境への影響や人の健康への被害が発生しておらず、また、その原因と思われる行為や物質との因果関係が科学的に証明できない場合（科学的不確実性がある場合）でも、疑わしい場合は、予防的措置をしていくという考え方である』と記載されている。すなわち、予防原則とは、人の生命・健康や自然環境に対して大きな悪影響を及ぼす可能性が懸念されている物質や活動について、たとえその悪影響に対する科学的な解明が不十分であっても、すべての関係者は十分な防護対策を実施すべきであるという考え方である。

電磁波の健康影響に対しても、欧州諸国を中心に、予防原則的対応をとっている国が多い。例えば、“ICNIRP ガイドラインよりも低い強度の電磁波曝露と小児白血病・脳腫瘍などの因果関係を示唆する研究結果が報告されている”として、スイス、イタリア、ロシア、ポーランド、ブルガリア、ベルギー、ギリシャなどでは、子どもの健康影響を予防するために、“ICNIRP ガイドライン”より厳格な規制値を設けている<sup>10)</sup>。また、2011年5月には、日本もオブザーバーとして参加している欧州評議会議員会議で、「電磁場の潜在的危険性に

関する決議」を採択した<sup>59)</sup>。そして、加盟国に対し、“電磁波に過敏な人々に特別な注意を払うこと”や“無線 LAN ネットワークに覆われない電磁波フリーエリア（オフエリア）を設けること”など、“電磁波に過敏な人を守るための予防的対策を講じること”を勧告している。またスイスでは、携帯電話基地局の設置・運用において周辺住民の健康に配慮した厳しい規制を設け、また、これらに関する情報公開を通じて、無秩序な電磁波曝露から住民を保護している<sup>60)</sup>。

これらの欧州連合で実施されている予防原則に基づく対策は、EHS ばかりでなく、電磁波自体による健康影響もいまだ科学的に解明されるに至っていない現段階においても、十分取りうる安全対策であり、我が国における今後の行政的対応を考える上で、大いに参考にすべきである。

### 3. 日本弁護士連合会の意見書から見る日本の現状

携帯電話の急速な普及に伴い、日本でも、各地で携帯電話基地局周辺住民が健康障害を訴える訴訟が起こされている<sup>61)~65)</sup>。それらの訴訟は、“携帯電話基地局からの電磁波が人の健康に悪影響を及ぼすという科学的根拠がない”として、住民側の敗訴となっている。このような背景の中で、2012年9月13日、日本弁護士連合会は、「電磁波問題に関する意見書」<sup>66)</sup>を衆参両議院の議長に提出した。この意見書は、①新たな安全対策の創設、②実態調査、③電磁波過敏症対策という3つの骨子からなり24ページにも及ぶ。

(1) 新たな安全対策の創設としては、「国は、電磁波の安全対策の在り方について調査、研究し、人の健康及び環境を保護するために“電磁波安全委員会（仮称）”を新たに設定し、立法を含む組織作りを行うべきである。“電磁波安全委員会”は中立・公平な立場から業界を所管する省庁から独立した組織とし、その構成員は、関連企業からの利益供与の有無及び内容を明らかにした上で、電磁波の健康影響に関して見解を異にする様々な立場から選任すべきである」と述べている。

(2) 子どもに対する予防的対策としては、「現在までのところ、ICNIRP ガイドラインより低い強度の電磁波で健康被害について、科学的因果関

係が証明されているとまではいえない状況である。しかし、電磁波による健康被害として懸念される疾患には、小児白血病、がん等、生命の危険も含まれており、厳密な科学的知見の確立を待っているには取り返しのつかない大きな被害を発生してしまう危険性もある」と述べている。

(3) 電磁波過敏症対策としては、『将来の健康被害の発生という観点とは別に、現在、電磁波過敏症として、実際に電磁波による被害で苦しんでいる方々が存在していることを踏まえ、人権保障の観点から一定の対策も併せて求める。スウェーデンでは、行政が電磁波過敏症を身体障害の一つと位置づけ、電磁波過敏患者団体と定期的に情報交換する機会を設け、活動資金援助を行っている。病院内には電磁波オフの部屋が設定されているところが多い』と述べ、日本でも欧州諸国のように以下のような具体的措置をとることを要望している。『①公共の施設及び公共交通機関等にはオフエリア（電波を発生させる機器の使用禁止エリア）の設置、②電磁波過敏症に対応できる医療体制の整備・情報公開等の必要性、③電磁波過敏症に関する実態調査とこれを踏まえた発症のメカニズムと予防・治療・対策等の発見に向けた研究に着手すること、あわせて、多くの電磁波過敏症患者が不安と感じている携帯基地局等の電磁波発生源についての設置・運用規制やこれらに関する情報公開等を通じて、電磁波過敏症患者も安心して暮らせる環境整備をなすべく、対策の検討をはじめべきである。』

我々研究者としても、日本における EHS 患者の疫学調査とこれを踏まえた対策、そして発症のメカニズムの解明とそれに基づく根本的な予防・治療・対策等に向けた研究を早急に開始することが必要だと考える。

### 4. 日本における EHS、MCS、およびシックハウス症候群の研究

当初から EHS と MCS は密接な関係があると考えられており、WHO のファクトシート 296<sup>5)</sup>の中にも、『EHS は、多種類化学物質過敏症、すなわち化学物質への低レベル環境曝露に関する障害とよく似ている、EHS も MCS も明らかな毒性

学的または生理学的根拠、または独立した検証がない一連の非特異的的症状が特徴である』と記されている。EHS患者は化学物質に対する反応性も有意に高いという報告<sup>38)</sup>やEHS患者の8割は殺虫剤曝露と関係があるという報告もある<sup>67)</sup>。また、2004年のオランダの調査では、調査対象となった自己申告EHS患者250名中96名は、MCS(16名)、燃え尽き症候群(16名)、線維筋痛症(13名)、慢性疲労症候群(13名)、シックビルディング症候群(4名)などの関連疾患として診断されていたことも報告されている<sup>68)</sup>。

我が国では、MCSやシックハウス症候群に関しては、北里研究所病院臨床環境医学センター設立者の石川哲先生(北里大学名誉教授)らの40余年にわたる長期的な研究成果と行政に対する働きかけにより、“シックハウス症候群”は2002年に、“化学物質過敏症”は2009年に、それぞれ、標準病名マスターに病名が登録され健康保険対象疾患となった。MCSの診断基準としては、1999年の米国の「化学物質過敏症診断の合意事項」<sup>69)</sup>および日本では石川らの診断基準<sup>70)</sup>がある。一方、シックハウス症候群に関しては、厚生労働省科学研究班の診断基準<sup>71)</sup>がある。

なお、北條ら<sup>17, 18)</sup>は、日本のMCS患者の推定発症要因を解析したところ、自宅や職場の新築リフォーム(63.2%)、農薬・殺虫剤(27.4%)、職場・学校での化学物質使用(26.3%)、近隣からの有害物質(3.2%)、歯科治療(2.1%)であった。この結果から、日本ではシックハウス症候群からMCS移行したものが最も多く、次で農薬・殺虫剤曝露、職場での化学物質使用であることを明らかにしている<sup>17, 18)</sup>。

一方、我が国のEHSに関する研究は、“日本弁護士連合会意見書”でも指摘されているように、欧米諸国と比べると遅れている。ただし、長年、シックハウス症候群やMCS患者の治療に携わってきた医師らが、MCS患者の治療の一環として、EHS患者の診断・治療も担ってきている実績はある。したがって、今後は、これら長年培ってきた研究実績と研究者のネットワークを生かしながら、我が国のEHS研究のスピードアップを図っ

ていくことが必要だと考える。

## 5. 日本で実施されているEHS患者の診断法

宮田医師と坂部医師<sup>72)</sup>は、日本で行っている診断法に関して「生体と電磁波」の中で、いろいろな他覚的検査法(血液検査、短期的曝露試験(負荷試験)など)を試みてきたが、決め手となる検査法が見つからないため大変苦勞してきたと率直に記している。特に短期的曝露試験(負荷試験)では、『過敏症患者は一般に過剰覚醒状態であると言われているように、負荷試験前にすでに緊張状態が亢進しており、負荷時の症状が出にくい。比較的患者の異常が検出されやすいのは、神経生理学的な検査である。しかし、検査機器は電気製品であり、多くの検査機器は電磁波に対する感受性の高い電磁波過敏症患者の検査を考慮していないため、患者の電磁波曝露は避けられず、検査に限界がある。このような検査機器の問題をさけるため、近赤外線酸素モニターシステムを利用した電磁波曝露時の“脳内酸化ヘモグロビン濃度変化測定の方法”<sup>73)</sup>は、一つの突破口ではある。負荷試験が難しい現状では、逆に“電磁波がない場合の反応をみる方法”、すなわち、電磁波過敏症患者を電磁波暗室(外部から電磁波の侵入を阻止した部屋)に入室させ、症状が軽減するか、自律神経などの神経機能障害が軽減するかなどを確認する方法が有望である。電磁波暗室とは、壁、天井、床を鉄板などの電磁波を遮断する材料で作った部屋で、比較的安価で実現可能である』と記載している。筆者らも技術国日本では、MCSに対するクリーンルームと同様にEHSに対する“電磁場暗室”を、今後の診断および有効な治療法の確立のためにも早急に検討して欲しいと考える。

## 6. 日本で行っているEHS患者の治療法

日本におけるEHS患者に行っている治療法<sup>74)</sup>についても、「生体と電磁波」の中で詳細に記載されている。その内容を箇条書きにしたものを以下に紹介する。

ICNIRPのガイドラインよりはるかに弱い電磁波環境でも症状が現れるため、嚴重な電磁波強度の低減が必要である。そこで、以下のようなことを勧めている。

- ① 基本的には一般人の電磁波防御対策と同じである。
- ② しかし、発症した患者は、さらに、個人的な電磁波防御も必要である。例えば、脳をシールドすることで、発症を抑える場合もある。
- ③ 体への化学的ストレスの軽減も必要である。例えばシックハウス症候群になりやすいような建材や家具は避けるべきである。
- ④ 患者は他の物理刺激にも弱くなるので、低周波を含めた音、振動、光（註：自然電磁波）刺激にも配慮した生活が必要である。
- ⑤ 治療にはビタミンCが有効で1日3g（毎食直後1g）の服用を勧めている。ビタミンB群の投与、特にB<sub>12</sub>、葉酸、B<sub>6</sub>、ナイアシン、B<sub>2</sub>投与も勧めている。ビタミンC以外にも活性酸素除去栄養素の補充が有用であり、カロチノイド、フラボノイド、 $\omega$ -3不飽和脂肪酸、マグネシウム、亜鉛やセレンなどのミネラル摂取も勧めている。
- ⑥ 低温の温熱療法、酸素療法、腹式呼吸療法も勧めている。
- ⑦ 全神経が過敏性の自覚症状に集中しないように、気分転換を図るように指導する必要もある。ストレスの蓄積は、情緒の中核である脳の海馬のニューロン新生停止につながるために、良好な気分の維持が必要である<sup>75)</sup>。もちろん、不安症状が強い場合は、心療内科や精神科への紹介も必要となる。

以上のように、日本ではMCS患者の治療の一環として、EHS患者の診断や治療が行われてきた。前述したようにWHOは、効果のあった治療情報結果を記録しておくことの必要性を推奨しており、日本におけるこれらの貴重な治療実績は記録しておくべきだろう。

### Ⅲ. 筆者らの開始した日本における電磁波過敏症に関する疫学調査

最後に、筆者らが日本のEHS患者の実態調査をするために開始した研究の一端を紹介する。なお、これらの内容は第21回日本臨床環境医学会学術集会で発表したもの<sup>76,77)</sup>であり、現在、例数を

増やした研究内容を英文原著論文として投稿準備中である。

#### 1. Eltiti 問診票の日本語訳版の作成とその信頼性・妥当性の確認

前述したように、英国のEltitiら<sup>41)</sup>は電磁波に過敏な人のスクリーニングに役立つEHS問診票を作成し、2万人を対象とした疫学調査を行い、英国では人口の4%が電磁波に過敏であると推定している。また、Eltitiらのグループは短期曝露症例対照実験においても、問診票得点が基準値以下の人を対照群に選び、自己申告EHS患者群との比較を行っている<sup>78-81)</sup>。

そこで、筆者らは日本の電磁波に過敏な人の実態を調査するためにも、Eltiti問診票は有効だと考え、Eltiti博士の許可を受け、Eltiti問診票を日本人向けに改訂した日本語訳版を作成した（以後、これを“EHS問診票”と称す）。日本語訳の際は、専門医の意見を聞きながら日本のEHS患者が答えやすいように工夫を重ねた。最初に、このEHS問診票の信頼性と妥当性について検討した。

調査方法は以下の通りである。①調査対象：一般人1,031名（大分一般人群643名、宮城一般人群212名、その他地域一般人群176名）および自己申告EHS患者群60名、②使用問診票：EHS問診票、なお、この問診票は症状尺度（57項目）、電磁波発生尺度（9項目、表1参照）、その他の質問項目（5項目）、一般的健康状態尺度（5項目）、全76項目の質問から構成されている。③問診票の信頼性：回答の再現性と内的整合法で評価、④症状57項目の因子分析：主因子法使用、⑤問診票の妥当性：一般人群と自己申告EHS患者群の得点比較で検討、⑥統計解析：SPSSまたはSPBSを使用。

調査結果は以下の通りであった。

- ① 同一対象者に対し1週間間隔で問診票に自己記入してもらい、回答の再現性を確認した。
- ② 一般人の異なった3つの母集団間のEHS（症状）合計およびEHS（電磁波発生源）合計のクロンバッハ $\alpha$ 係数は、0.8以上と高く、内的整合性は確認された。

表3 症状57項目の因子分析結果

因子群	項目	寄与率 %	累積寄与率 %
第1因子 頭部症状	頭痛、鈍い頭痛、片頭痛、頭重感など6項目	18.1	18.1
第2因子 皮膚症状	発赤、腫脹、過敏、乾燥など7項目	15.0	33.1
第3因子 自律神経系症状	心身疲労、極度の疲労感、食欲不振、睡眠障害など10項目	14.8	47.9
第4因子 筋肉・関節症状	関節痛、筋肉脱力感、筋のこわばり、しびれなど5項目	11.6	59.5
第5因子 中枢神経症状	注意力減退、集中困難、物忘れ、頭ぼんやり感の4項目	10.2	69.7
第6因子 循環器症状	心臓の痛み、胸の痛み、息苦しさ、動悸など5項目	10.2	79.9
第7因子 耳の症状	圧迫感、痛み、温感、耳鳴りなど6項目	9.0	88.9
第8因子 感覚障害症状	味覚異常、嗅覚異常、見当識障害の3項目	6.9	95.8

注 一般人819人の症状57項目を、SPBSを用いて因子分析(主因子法、バリマックス回転)した結果

③ 症状57項目の因子分析結果から、英国と同様に8つの症状因子が抽出された(表3)。この結果から日本と英国のEHS患者の症状は共通であり、同じ問診票で評価できることが確認された。

④ 3つの異なった一般人群間でEHS(症状)およびEHS(電磁波発生源)の得点に有意差は認められなかった。一方、自己申告EHS患者群は一般人群と比べると症状尺度合計および電磁波発生源合計得点は有意に高かった。

以上の結果から、EHS問診票の信頼性と妥当性は確認され、今後、この問診票を用いて日本のEHS患者の多面的な疫学調査を行うことが可能となった。なお、本研究は大分大学医学部の倫理委員会及び尚絅学院大学の倫理委員会の承認を得て行った。

## 2. EHS問診票とQEESI問診票を併用した調査

QEESI問診票は米国のMillerらがMCS患者のスクリーニング、診断・治療、研究に役立つために開発した問診票である<sup>82)</sup>。QEESI問診票は日本をはじめ世界13カ国でMCS患者のスクリーニングなどに使用されている<sup>83-87)</sup>。前述したように、筆者らは十数年間、QEESI問診票を用いた疫学的調査を行ってきた<sup>11-23)</sup>。MCSとEHSの関係は必ずしも明らかとなっていないので、本研究では、EHSとMCSの関係を検討するため、上述

したEHS問診票とQEESI問診票を併用した調査を行った。QEESI問診票は5尺度(症状、化学物質不耐性、その他の不耐性、日常生活障害、マスクング)50項目から構成されている。また、MCSやEHS患者の多くは抑うつ状態を示すことが知られているので、抑うつ状態を評価するためにTotal Health Index (THI)抑うつ尺度<sup>88)</sup>も同時に使用した。

調査方法は以下の通りである。①調査対象:患者群45名(そよ風クリニックと(独)国立病院機構盛岡病院のMCS専門外来患者で、MCSまたはEHSと診断された患者)および一般人群1,031名、②使用問診票:EHS問診票、QEESI問診票、THI・抑うつ尺度、③臨床所見記録表:主治医が患者の病歴、推定発症要因、MCS、アレルギー、EHS合併とその経過、臨床検査結果などを記載、④統計解析:SPSSを使用。

結果は以下の通りであった。

- ① 患者群をMCSとEHSの合併状況とその経過から5つのタイプに分類した(表4)。
- ② MCS患者の80%以上はEHSを合併しており、MCSが先行してEHSを合併したType1が全体の65.8%を占めていた(図1)。
- ③ EHS(症状)とEHS(電磁波発生源)の間には高い相関関係が認められ、患者の症状が電磁波発生源と関係あることが示唆された。

表4 発症経過に基づくMCSとEHS患者の5タイプ分類とその特徴

タイプ	発症経過	症状の特徴
Typ1	MCS → EHS	最も割合が多い。QEESI（化学物質不耐性）得点が最も高く、いろいろな化学物質に反応する
Typ2	EHS → MCS	EHS（電磁波発生源）得点が最も高く、いろいろな電磁波発生源に過敏反応を示す
Typ3	経過不明（同時??）	QEESI（その他の不耐性）の医療用器具・薬品、歯科治療、金属アレルギー得点が非常に高い
Typ4	EHSのみ	QEESI（化学物質不耐性）得点が一般人と同程度に低い
Typ5	MCSのみ	EHS（症状）およびEHS（電磁波発生源）得点が一般人と同程度に低い

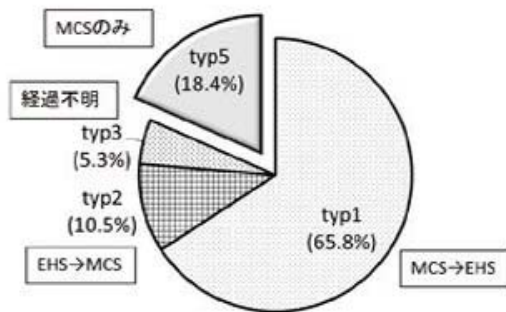


図1 化学物質過敏症患者（MCS）のタイプ別割合（%）

MCS 患者に関して EHS 合併の有無および経過をもとに分類した結果

- ④ EHS（症状）、EHS（電磁波発生源）、QEESI（化学物質不耐性）、QEESI（その他の不耐性）、QEESI（症状）、QEESI（日常生活障害）、THI（抑うつ尺度）のそれぞれの合計得点の箱ひげグラフを見ると、患者のタイプ間の違いが示唆された（図2参照）。
- ⑤ 尺度別レーダーチャートからも患者のタイプ間の違いがみられた（図3参照）。
- ⑥ THI抑うつ尺度は、一般人群といずれの患者タイプとの間にも有意な差は認められなかった。
- ⑦ 患者のタイプ別の特徴を表4にまとめた。  
以上の結果から、EHS 問診票と QEESI 問診票

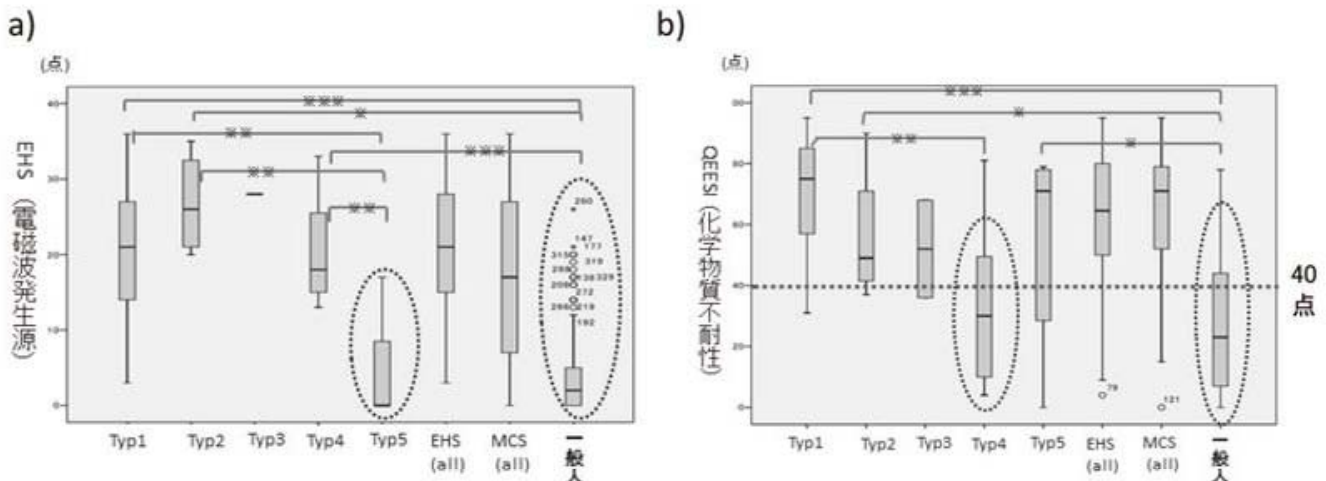


図2 尺度別合計点の箱ひげ図の一般人及び患者タイプの比較

- a. EHS（電磁波発生源9項目）
  - b. QEESI（化学物質不耐性10項目） 40点：日本<sup>19,20)</sup>・アメリカ<sup>21)</sup>共通のカットオフ値
- 注：2群の差の検定は、Mann-Whitney U 検定で行った \*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

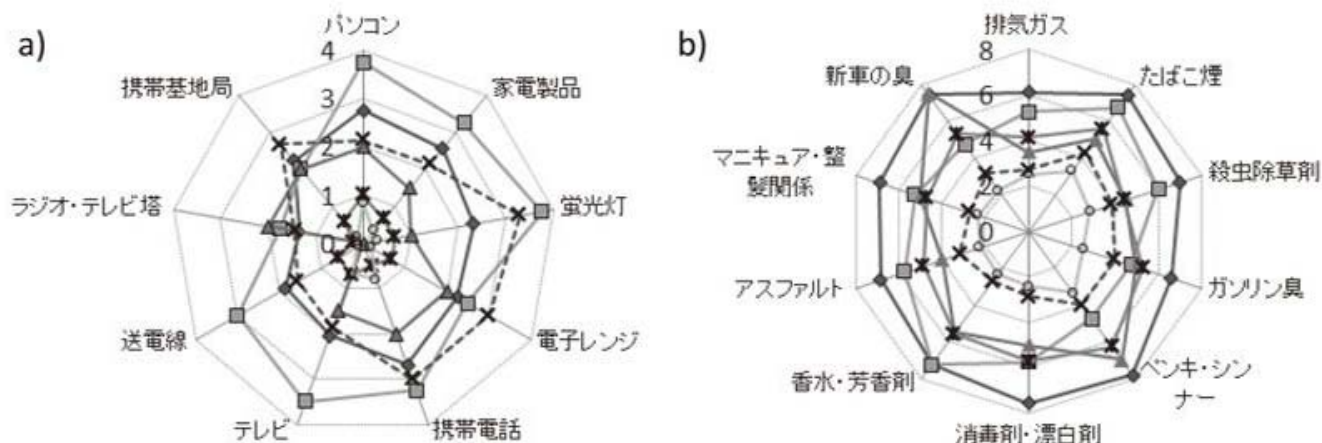


図3 レーダーチャートの一般人及び患者タイプの比較

a. EHS (電磁波発生源9項目) b. QEESI (化学物質不耐性10項目)

◆— typ1    ■— typ2    ▲— typ3    ---×--- typ4    \*— typ5    ○— 一般人

との併用した疫学調査を行えば、MCSとEHSの関係、アレルギーとMCS・EHSの関係、EHS患者の診断基準の確立、有効な治療法の検討、EHS患者の実態解明などに役立つことが示唆された。目下、MCS外来を有する複数の医療機関の協力を得ながら上記の点を検討中である。

筆者注：この研究は（独）国立病院機構盛岡病院の倫理委員会の承認を得て実施されている。

### おわりに

本レビューでは、まず、臨床疫学の立場からEHSに関する最新情報を紹介した。EHSのように、生活環境中の様々な要因が複雑にからみあって発症する可能性が示唆される疾患に関しては、病因や病態の科学的解明は容易ではない。しかし、WHOファクトシートでも、COSTファクトシートでも、科学的に不確実性がある段階でも、患者の存在自体は認め、患者救済のための治療体制や予防的対策を講ずることを推奨しており、欧州諸国ではすでにこれらの対策を実施している国も多い。一方、我が国では、日本弁護士連合会の意見書でも指摘されているように、これら欧州諸国と比べるとこの分野の研究や患者救済対策が遅れている。

2012年12月31日に、世界10カ国29名の科学者

（政府機関や企業から独立、主として生体電磁気学会に所属する研究者たち）が「バイオイニシアティブ報告書2012—生物学にもとづく高周波ならびに超低周波の公衆被曝基準のための理論的根拠<sup>99)</sup>」をウェブサイト上で公開した。この報告書は2007年報告書<sup>100)</sup>の改定版で、21章1479ページからなる膨大な内容である。その中では2007年版発行時に比べても、私たちを取り巻く環境中の電磁波発生源が著しく増加し、低レベル慢性的曝露の度合いがますます高まっていること、“胎児と新生児への影響”、“自閉症と電磁波の関係”、“EHSと電磁波の関係”、“電磁波の血液脳関門への影響”、“ストレスとの関係”などの新たな科学的知見が集積されてきたことが記されており、今後、参考にしたい。

EHSやMCSに苦しむ患者は、自分たちのことを、“炭鉱のカナリアのような存在”と言い、“このまま何の対策も講じないでいると、もっと多くの方が自分たちの同じように苦しむのではないか”と訴えている。“日本弁護士連合会の意見書”では、『電磁波過敏症を発症した人々は、程度の差こそあり、電磁波に曝露されることで体調が悪くなるため、常に身の回りにある電磁波の発生源を気にしながら生活している。なかには、特段の規制立法がない現状では次々と設置が進む携帯基地局から逃げるように、引越しを余儀なくされ



ている人々もいる。また、医療機関に向いて適切な治療を受けることができず、精神的疾患として片づけられてしまっている場合も存在する』と指摘している。

残念ながら、一部の医師や研究者は、“電磁波と症状との因果関係は科学的な裏付けがない”と結論づけ、電磁波の環境要因を追及・改善することを回避し、ともすれば、発症を患者の心理的側面のみで説明しようとする傾向があるように感じられる。

しかし、私たち現代人は、携帯電話、スマートフォンをはじめとする様々な情報システムや、便利な家電製品などの恩恵を受けながら、波長、周波数、強度の異なるさまざまな電磁波発生源が共存した生活環境中で生活している（表1参照）。さらに、騒音などの電磁波以外の物理的要因やシックハウスに代表される殺虫剤や建材からの化学物質などの化学的要因も共存している。

“現代人を取り巻くこれらの複雑な環境要因が、ヒトの健康に何の健康影響も及ぼさないと切り切れるだろうか？”、“ただ、私たちが、現段階ではこれらの複雑な健康影響を解析できる科学的手法をもたないだけではないだろうか？”、“日本は先進国の中で、子どもの携帯電話使用に対して何の規制策（使用や広告制限や注意喚起など）も講じていない数少ない国の一つと言われているが、手をこまねいていてよいだろうか？”

勿論、携帯電話をはじめとする便利な電磁波発生源すべてを否定するものではないが、これら電磁波が私たち、とくに子ども達の健康に悪影響を及ぼすかもしれないことをもっと深刻に受け止め、EU諸国のような予防原則に基づく規制や対策をとることや、使用者により安全な使い方に関する情報を提供することが必要だと考える。幸い、日本には中立的立場の情報機関として、“電磁界情報センター<sup>10)</sup>”が設置されている。今後とも、中立的立場を堅持して、幅広くいろいろな立場からの情報提供を期待する。

筆者らは、電磁波過敏症は、現代人なら、誰が、いつ発症してもおかしくない健康障害だと考える。このような複雑な環境要因が絡みあって起こ

る可能性が示唆される健康障害の研究は、臨床医だけに任せるのではなく、基礎医学（疫学、細胞学、薬学など）、物理学、工学、社会科学などの幅広い研究者が情報交換しながら、其々の専門分野の知見を活かした共同研究を進める必要があると考える。そこで、シックハウス症候群や化学物質過敏症の研究に従事してきた臨床環境医学会所属の研究者を中心にして“研究者のネットワークづくり”を呼びかけている。

#### 謝辞

この総説を書くに当たり、ご指導ご鞭撻いただいた宮田幹夫先生（そよ風クリニック院長、北里大学名誉教授）、坂部 貢先生（東海大学医学部生体構造機能学教授、北里研究所病院臨床環境医学センター長）、石川 哲先生（北里大学名誉教授）、秋山一男先生（（独）国立病院機構相模原病院院長）、水城まさみ先生（（独）国立病院機構盛岡病院副院長）、小倉英郎先生（（独）国立病院機構高知病院副院長）、中村陽一先生（横浜市立みなと赤十字病院アレルギーセンター センター長）、大槻剛巳先生（川崎医科大学衛生学教授）、加藤貴彦先生（熊本大学医学部公衆衛生学教授）、熊野宏明先生（早稲田大学応用脳科学研究科教授）、辻内琢也先生（早稲田大学応用脳科学研究科准教授）、本堂毅先生（東北大学院理学研究科准教授）に深く感謝します。

また、本研究は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（早稲田大学応用脳科学研究科）の支援および文科省科研費・新科学領域研究〔21200025〕の補助金を受け実施したものであり、ここに謝意を表します。

#### 文献

- 1) IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans.: Non-ionizing radiation, Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 80: 1-395, 2002  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/volume80.pdf> (2013.1.14.)
- 2) INTERPHONE Study Group.: Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. Int J Epidemiol. 39 (3): 675-694, 2010
- 3) IARC.: Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-106  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf> (2013.1.15.)

- 4) World Health Organization.: Factsheets193; Electromagnetic fields and public health "mobile phones".  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html> (2013.1.14.)  
(和訳版): WHO ファクトシート 193: 電磁界と公衆衛生 "携帯電話".  
[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/FS193\\_June2011\\_Japanese.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/FS193_June2011_Japanese.pdf) (2013.1.16.)
- 5) World Health Organization.: Factsheets 296; Electromagnetic fields and public health "Electromagnetic hypersensitivity".  
<http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/index.html> (2013.1.14.)  
(和訳版): WHO ファクトシート 296: 電磁界と公衆衛生 "電磁過敏症".  
[http://www.who.int/peh-emf/project/ehs\\_fs\\_296\\_japanese.pdf](http://www.who.int/peh-emf/project/ehs_fs_296_japanese.pdf) (2013.1.16.)
- 6) World Health Organization.: Factsheets 299; Electromagnetic fields and public health "Static electric and magnetic fields".  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/en/index.html> (2013.1.14.)  
(和訳版) WHO ファクトシート 299: 電磁界と公衆衛生 "静的な電界および磁界".  
[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/smf\\_factsheet299\\_japaneseV2.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/smf_factsheet299_japaneseV2.pdf) (2013.1.14.)
- 7) World Health Organization.: Factsheets 304; Electromagnetic fields and public health "Base stations and wireless technologies".  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/index.html> (2013.1.14.)  
(和訳版) WHO ファクトシート 304: 電磁界と公衆衛生 "基地局および無線技術".  
[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs\\_fs\\_304\\_japaneseV2.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/bs_fs_304_japaneseV2.pdf) (2013.1.14.)
- 8) World Health Organization.: Factsheets 322; Electromagnetic fields and public health "Exposure to extremely low frequency fields".  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html> (2013.1.14.)  
(和訳版) WHO ファクトシート 322: 電磁界と公衆衛生 "超低周波電磁界への曝露".  
[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322\\_ELF\\_fields\\_japaneseV2.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322_ELF_fields_japaneseV2.pdf) (2013.1.16.)
- 9) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.: ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.* 74 (4): 494-522, 1998
- 10) 株) 野村総合研究所: 平成23年度電力設備電磁界情報調査提供事業 (情報調査事業) 調査報告書. 平成24年2月、pp1-96  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2012fy/E002030.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2012fy/E002030.pdf) (2013.1.17.)
- 11) 北條祥子、吉野博、角田和彦、佐藤洋. 宮城県の児童の生活環境と健康に関する実態調査—児童の生活環境と呼吸器・アレルギー疾患有症率の地域比較—. *環境科学会誌* 113 (3): 451-463, 2001
- 12) 北條祥子. 日本における MCS 患者のスクリーニング用問診票としての QEESI の使用. *神経眼科* 19 (2): 169-175, 2002
- 13) Hojo S, Kumano H, Yoshino H, Kakuta K, Ishikawa S.: Application of Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory (QEESI) for Japanese population: study of reliability and validity of the questionnaire. *Toxicol Ind Health.* 19: 41-49, 2003
- 14) 北條祥子、吉野博、熊野宏昭、角田和彦、宮田幹夫、坂部貢、松井孝子、池田耕一、野崎淳夫、石川哲. 日本人に対する QEESI 応用の試み—QEESI の MCS およびシックハウス症候群患者のスクリーニング用問診票として使用事例—. *臨床環境医学* 13 (2): 110-119, 2004
- 15) Hojo S, Yoshino H, Kumano H, Kakuta K, Miyata M, Sakabe K, Matsui T, Ikeda K, Ishikawa S.: Use of QEESI© questionnaire for a screening study in Japan. *Toxicol Ind Health* 21 (5): 113-124, 2005
- 16) 北條祥子、吉野博、角田和彦、石川哲. 宮城県内の化学物質過敏症に関する症例報告. *高綱学院大学紀要* 第52集: 113-121, 2006
- 17) 北條祥子、石川哲、熊野宏昭、宮田幹夫、松井孝子、坂部貢. 日本の化学物質過敏症患者の臨床的特徴—性別、年齢、発症要因、アレルギー疾患、自覚症状、他覚的臨床検査結果—. *臨床環境医学* 16 (2): 104-116, 2007
- 18) Hojo S, Kumano H, Ishikawa S, Miyata M, Matsui T, Sakabe K.: Indoor air contaminants as the most common onset factor of multiple chemical sensitivity in Japan. The full paper of the 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings.: 563-568, 2007
- 19) Hojo S, Ishikawa S, Kumano H, Miyata M, Matsui T, Sakabe K.: Clinical characteristics of physician-diagnosed patients with multiple chemical sensitivity in Japan. *Int J Hyg Environ Health.* 211 (5-6): 682-689, 2008
- 20) 北條祥子、熊野宏昭、石川哲、宮田幹夫、松井孝子、坂部貢. QEESI を用いた日本の化学物質過敏症患者

- のスクリーニング用カットオフ値の設定および常時曝露化学物質の影響の検討. 臨床環境医学 17 (2): 118-132, 2008
- 21) Hojo S, Sakabe K, Ishikawa S, Miyata M, Kumano H.: Evaluation of subjective symptoms of Japanese patients with multiple chemical sensitivity using QEESI ©. *Environ Health Prev Med.* 14 (5): 267-275, 2009
  - 22) Huang LL, Chiang CM, Ikeda K, Hojo S, Yanagi U, Kagi N.: The preliminary study of the applicability of QEESI questionnaire as the screening tool of sick building diagnosis in Taiwan. *Journal of Architecture.* 77: 63-88, 2011
  - 23) Huang LL, Ikeda K, Chiang CM, Kagi N, Hojo S, Yanagi U.: Field Survey on the Relation between IAQ and Occupant's Health in 40 Houses in Southern Taiwan. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering.* 10: 249-256, 2011
  - 24) Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa I, Samadi N, Ross GH.: Electromagnetic field sensitivity. *J Bioelectricity.* 10: 241-256, 1991
  - 25) World Health Organization.: Proceedings of International Workshop on EMF Hypersensitivity "Electromagnetic Hypersensitivity", 2004  
[http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/EHS\\_Proceedings\\_June2006.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/EHS_Proceedings_June2006.pdf) (2013.1.20.)
  - 26) Irvine N.: HPA-RPD-010 - Definition, Epidemiology and Management of Electrical Sensitivity. Report for the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency, November 2005
  - 27) Hillert L, Berglund N, Arnetz BB, Bellander T.: Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. *Scand J Work Environ Health.* 28 (1): 33-41, 2002
  - 28) Kato Y, Johansson O.: Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey. *Pathophysiology.* 19 (2): 95-100, 2012
  - 29) 総務省: 電波と安全な暮らし  
[http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/body/emf\\_pamphlet.pdf](http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/body/emf_pamphlet.pdf) (2013.1.20.)
  - 30) 環境省 環境保健部 環境安全課: 身の回りの電磁界について. 平成24年 3月  
<http://www.env.go.jp/chemi/electric/material/minomawari.pdf> (2013.1.20.)
  - 31) 坂部貢, 羽根邦夫, 宮田幹夫: 第1章 電磁波について. 生体と電磁波, 丸善出版. 2012, pp 2-52
  - 32) European Cooperation in Science and Technology COST BM0704 Fact Sheet: Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) or 'electromagnetic hypersensitivity', 2011  
<http://www.mobile-research.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/projekte/IEI-factsheet301111.pdf> (2013.1.18.)
  - 33) COST ファクトシート (和訳版): COST Action BM0704: 新興の EMF 技術と健康リスク管理 ファクトシート: 電磁界を原因と考える本態性環境不耐症 (IEI-EMF) または "電磁過敏症".  
[http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/whats\\_new/COST\\_IEI-factsheet\\_japanese.pdf](http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/whats_new/COST_IEI-factsheet_japanese.pdf) (2013.1.14.)
  - 34) Kowall B, Breckenkamp J, Heyer K, Berg-Beckhof G.: German wide cross sectional survey on health impacts of electromagnetic fields in the view of general practitioners. *Int J Public Health.* 55: 507-512, 2010
  - 35) Rösli M, Frei P, Mohler E, Hug K.: Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bulletin of the World Health Organization.* 88 (12): 887-896, 2010
  - 36) Rubin GJ, Hillert L, Nieto-Hernandez R, van Rongen E, Oftedal G.: Do people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields display physiological effects when exposed to electromagnetic fields? A systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics.* 32: 593-609, 2011
  - 37) Baliatsas C, Van Kamp I, Bolte J, Schipper M, Yzermans J, Lebret E.: Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: Can we get more specific? A systematic review. *Environ Int.* 41 (1): 15-28, 2012
  - 38) Levallois P, Neutra R, Lee G, Hristova L.: Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. *Environ Health Perspect.* 110 (suppl 4): 619-623, 2002
  - 39) Leitgeb N, Schrottner J.: Electrosensitivity and Electromagnetic Hypersensitivity. *Bioelectromagnetics.* 24: 387-394, 2003
  - 40) Schreier N, Huss A, Rösli M.: The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed.* 51 (4): 202-209, 2006
  - 41) Eltiti S, Wallace D, Zougkou K, Russo R, Joseph S, Rasor P, Fox E.: Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire. *Bioelectromagnetics.* 28: 137-151, 2007
  - 42) Meg Tseng MC, Lin YP, Cheng TJ.: Prevalence and psychiatric comorbidity of self-reported electromagnetic field sensitivity in Taiwan: A population-based study. *J Formos Med Assoc.* 110 (10): 634-641, 2011

- 43) Schrottner J, Leitgeb N.: Sensitivity to electricity - Temporal changes in Austria. *BMC Public Health*. 8: 310, 2008 doi:10.1186/1471-2458-8-310
- 44) Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Pothhoff P, Schüz J, Berg-Beckhoff G.: Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med*. 66: 118-123, 2009
- 45) Mohler E, Frei P, Braun-Fahrlander C, Fröhlich J, Neubauer G, Rössli M.: Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: a cross-sectional study. *Radiat Res*. 174 (3): 347-356, 2010
- 46) Furubayashi T, Ushiyama A, Terao Y, Mizuno Y, Shirasawa K, Pongpaibool P, Simba AY, Wake K, Nishikawa M, Miyawaki K, Yasuda A, Uchiyama M, Yamashita HK, Masuda H, Hirota S, Takahashi M, Okano T, Inomata-Terada S, Sokejima S, Maruyama E, Watanabe S, Taki M, Ohkubo C, Ugawa Y.: Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*. 30: 100-113, 2009
- 47) Leitgeb N.: Electromagnetic Hypersensitivity. Quantitative assessment of an ill-defined problem. *Proc COST 244 Workshop, Biomedical Effects of Electromagnetic Fields*: 68-74, 1994
- 48) 宇川義一. 携帯電話端末からの電波による症状に関する研究. 第7回電磁界フォーラム「電磁過敏症: 臨床および実験的研究の現状」. 平成24年7月20日, pp 22  
[http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/b\\_20120720.pdf](http://www.jeic-emf.jp/assets/files/pdf/b_20120720.pdf) (2013.1.15.)
- 49) 坂部貢, 羽根邦夫, 宮田幹夫: 3-13-6 発症のメカニズム. 生体と電磁波, 丸善出版. 2012, pp 119
- 50) Landgrebe M, Barta W, Rosengarth K, Frick U, Hauser S, Langguth B, Rutschmann R, Greenlee MW, Hajak G, Eichhammer P.: Neuronal correlates of symptom formation in functional somatic syndromes: A f-MRI study. *NeuroImage*. 41 (4): 1336-1344, 2008. [Epub 2008 Apr 20]
- 51) Szemerszky R, Köteles F, Lihi R, Bárdos G.: Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in 'Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields'. *Int J Hyg Environ Health*. 213 (5): 387-394, 2010
- 52) Pall ML, Bedient SA.: The NO/ONOO-cycle as the etiological mechanism of tinnitus. *Int Tinnitus J*. 13 (2): 99-104, 2007
- 53) Pall ML.: Therapy and relation to EMF sensitivity (EMS). 28th Annual International Symposium on Man and His Environment in Health and Disease Jun 3-6, 2010
- 54) 坂部貢, 羽根邦夫, 宮田幹夫: 3-13-6 発症のメカニズム. 生体と電磁波, 丸善出版. 2012, pp 118-119
- 55) Johansson O.: Disturbance of the immune system by electromagnetic Fields . - A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment. *Pathophysiology*. 16: 157-177, 2009
- 56) Fleischer M, Grabbe J.: Physical urticaria. *Hautarzt*. 55 (4): 344-349, 2004 [Article in German]
- 57) Osterberg K, Persson R, Karlson B, Carlsson Eek F, Orbaek P.: Personality mental distress, and subjective health complaints among persons with environmental annoyance. *Hum Exp Toxicol*. 26 (3): 231-241, 2007
- 58) The United Nations Conference on Environment and Development.: Rio Declaration on Environment and Development.  
<http://www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163> (2013.1.18.)
- 59) The Parliamentary Assembly of the Council of Europe.: The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment .  
<http://assembly.coe.int/main.asp?link=/documents/adoptedtext/tall/eres1815.htm> (2013.1.15.)
- 60) Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape Explanatory report.: Ordinance relating to Protection from Non-Ionising Radiation (ONIR). 23 December 1999
- 61) 加藤やすこ: 基地局電磁波公害の現状 国内外の規制と対策. 近藤加代子, 加藤やすこ, 中原久男, 徳田靖之, 萩野晃也, 北條祥子, 新城哲治, 吉富邦明, 平川秀幸: まちじゅう基地局時代のヒバク公害の予防と救済—研究の始まりを市民とともに考える—第38回日本環境学会 公開シンポジウムⅡ 抄録集: 17-43, 2012
- 62) 中西良一: 電磁波問題シンポジウムを開催. 日弁連 公害対策・環境保全委員会ニュース: 公害・環境 53. 2013年1月, pp 3
- 63) 読売新聞: 続・増える環境過敏症 (1) 電磁波と子どもの不調. 2011年11月18日
- 64) 岡田澄太: 「健康被害」を訴えて裁判をしています. 携帯電話基地局問題を知らせる会 (編): 携帯電話基地局の真実, 携帯電話基地局問題を知らせる会. 2011, pp 31-38

- 65) 川勝聖一：三藩控訴審 高裁判決に納得できず最高裁へ上告決意。中継塔問題を考える九州ネットワーク（編）：九州中継塔裁判ニュース 第28号。2009、pp 3。  
[http://www.geocities.jp/qsyu\\_net/index.html](http://www.geocities.jp/qsyu_net/index.html) (2013.1.15.)
- 66) 日本弁護士連合会。電磁波問題に関する意見書。2012年9月13日  
[http://www.nichibenren.or.jp/library/ja/opinion/report/data/2012/opinion\\_120913\\_4.pdf](http://www.nichibenren.or.jp/library/ja/opinion/report/data/2012/opinion_120913_4.pdf) (2013.1.15.)
- 67) Rea JW, Pan Y: Chemicals as a triggering agent of electromagnetic Sensitivity. 28th annual international symposium on man and his environment in health and disease Jun 3-6, 2010
- 68) Schooneveld H, Juliette K.: Electrohypersensitivity (EHS) in the Netherlands – A questionnaire survey. Dutch Electro hypersensitivity (EHS) Foundation, December, 2007  
[http://www.electroallergie.org/downloads/EHS\\_in\\_the\\_Netherlands.pdf](http://www.electroallergie.org/downloads/EHS_in_the_Netherlands.pdf) (2013.1.20.)
- 69) Editorials (No authors listed): Multiple chemical sensitivity: a 1999 consensus. Arch Environ Health. 54 (3): 147-149, 1999
- 70) 石川哲、宮田幹夫、難波龍人、西本浩之。化学物質過敏症診断基準について。日本医事新報 No.3857：25-29、1998
- 71) 研究代表者・相澤好治。シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究。厚生労働科学研究費補助金：健康安全・危機管理対策総合研究事業 平成21～22年度総合研究報告書 pp 1-24、2011
- 72) 坂部貢、羽根邦夫、宮田幹夫：3-13-3 診断法。生体と電磁波、丸善出版。2012、pp 113-117
- 73) 坂部貢、羽根邦夫、宮田幹夫：3-13-3 診断法。生体と電磁波、丸善出版。2012、pp 115
- 74) 坂部貢、羽根邦夫、宮田幹夫：3-13-7 対応および治療。生体と電磁波、丸善出版。2012、pp 119-120
- 75) Bear FM, Connors WB, Paradiso AM.: Neuroscience : Exploring the Brain Third Eddition. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, U.S.A. 2007
- 76) 北條祥子、土器屋美貴子、宮田幹夫、坂部貢、水城まさみ、石川哲、辻内琢也、本堂毅、乳井美和子、熊野宏昭。日本語訳版 EHS 問診票の作成とそれを用いた調査（その1）——予備調査・日本語訳版 EHS 問診票の信頼性の検討——。第21回日本臨床環境医学会総会（学術集会）抄録集：28（01-03）、2012
- 77) 北條祥子、土器屋美貴子、宮田幹夫、水城まさみ、石川哲、熊野宏昭、辻内琢也、辻内優子、中村陽一、本堂毅、乳井美和子、坂部貢。日本語訳版 EHS 問診票の作成とそれを用いた調査（その2）——医師に  
より診断された EHS 患者を対象とした調査——。第21回日本臨床環境医学会総会（学術集会）抄録集：29（01-03）、2012
- 78) Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Mirshe-kar-Syahkal D, Rasor P, Deeble R, Fox E.: Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study. Environ Health Perspect. 115 (11): 1603-1608, 2007
- 79) Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Fox E.: Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. Bioelectromagnetics. 30 (7): 556-563, 2009
- 80) Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, Walker S, Quinlan T, Dudley S, Maung S, Deeble R, Fox E.: Do TETRA (Airwave) base station signals have a short-term impact on health and well-being? A randomized double-blind provocation study. Environ Health Perspect. 18 (6): 735-741, 2010 [Epub 2010 Jan 14]
- 81) Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, Walker S, Quinlan T, Dudley S, Maung S, Deeble R, Fox E.: Cognitive and physiological responses in humans exposed to a TETRA base station signal in relation to perceived electromagnetic hypersensitivity. Bioelectromagnetics. 33 (1): 23-39, 2012. [Epub 2011 Jun 6]
- 82) Miller CS, Prihoda TJ.: The Environmental Exposure and sensitivity Inventory (EESI): a standardized approach for research and clinical applications. Toxicol Ind Health. 15: 370-385, 1999
- 83) Miller CS, Prihoda TJ.: A controlled comparison of symptoms and chemical intolerances reported by Gulf War veterans, implant recipients and persons with multiple chemical sensitivity. Toxicol Ind Health. 15 (3-4): 386-397, 1999
- 84) 石川哲、宮田幹夫。化学物質過敏症——診断基準・診断に必要な検査法——。アレルギー 6：990-999、1998
- 85) Heinonen-Guzejev M, Koskenvuo M, Mussalo-Rauhamaa H, Vuorinen HS, Heikkilä K, Kaprio J.: Noise sensitivity and multiple chemical sensitivity scales properties in a population based epidemiological study14. Noise Health. 14 (60): 215-223, 2012
- 86) Katerndahl DA, Bell IR, Palmer RF, Miller CS.: Chemical

- intolerance in primary care settings: prevalence, comorbidity, and outcomes. *Ann Fam Med* 10 (4): 357-365, 2012
- 87) Skovbjerg S, Berg ND, Elberling J, Christensen KB.: Evaluation of the quick environmental exposure and sensitivity inventory in a Danish population. *J Environ Public Health*: 304-314, 2012. [Epub 2012 Jan 12]
- 88) Fujimori S, Hiura M, Yi C X, Xi L, Katoh T.: Factors in genetic susceptibility in a chemical sensitive population using QEESI. *Environ Health Prev Med* 17 (5): 357-363, 2012. [Epub 2011 Dec 29]
- 89) Andersson MJ, Andersson L, Bende M, Millqvist E, Nordin S.: The idiopathic environmental intolerance symptom inventory development, evaluation, and application. *J Occup Environ Med* 51 (7): 838-847, 2009
- 90) Nordin S, Andersson L.: Evaluation of a Swedish version of the Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory. *Int Arch Occup Environ Health* 83 (1): 95-104, 2010. [Epub 2009 May 26]
- 91) 長谷川真紀、大友守、水城まさみ、秋山一男. 化学物質過敏症の診断—化学物質負荷試験51症例のまとめ. *アレルギー* 58 (2): 112-118, 2009
- 92) 真鍋龍治、櫻田尚樹、加藤貴彦、黒田嘉紀、山野優子、内山巖雄、嵐谷奎一. 特定建築物で働く従業員の化学物質過敏症に関する質問票調査. *日衛誌 (Jpn. J. Hyg)* 63 (4): 717-723, 2008
- 93) Nogué S, Fernández-Solá J, Rovira E, Montori E, Fernández-Huerta JM, Munné P.: Multiple chemical sensitivity: study of 52 cases. *Med Clin (Barc)* 129 (3): 96-98, 2007. [quiz 99. Spanish]
- 94) 水城まさみ. シックハウス症候群 “シックハウス症候群の診断—問診票の有用性”. *臨床免疫・アレルギー科* 46 (2): 175-181, 2006
- 95) 水城まさみ. 唾液中クロモグラニンA測定を用いた、カプサイシン及びトルエン負荷によるストレス反応パターンの検討—化学物質過敏症患者と健常者を対象に—. *職業・環境アレルギー* 16 (2): 37-47, 2009
- 96) 水城まさみ. 化学物質過敏症. *呼吸* 30 (6): 546-552, 2011
- 97) 水城まさみ. シックハウス症候群の子供について. *アレルギーの臨床* 32 (2): 157-161, 2012
- 98) 川田智之、久保田文雄、大西直樹、佐藤浩司. 抑うつ状態評価のための簡易スクリーニングテストの有効性. *産業医学* 34: 576-577, 1992
- 99) BioInitiative Working Group 2012.: BioInitiative 2012 A Rationale for Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation. <http://www.bioinitiative.org/> (2013.1.31)
- 100) BioInitiative Working Group.: BioInitiative Report : A Rationale for a Biological-ly-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF). <http://www.stopumts.nl/pdf/BioInitiative.pdf#search=BioInitiative+2007> (2013.2.2)
- 101) 電磁界情報センター.: <http://www.jeic-emf.jp/index.html> (2013.2.2)