

電磁界情報センター(JEIC)

学術専門家グループ(RRG)*による評価書(科学者向け)

座長:マイケル・レパコリ教授**

2020年12月20日

評価対象の報告書: 在外大使館の米国政府職員とその家族における病気の評価

著者: Relman DA および Pavin JA (編)

書誌情報: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. An assessment of illness in U.S. government employees and their families at overseas embassies. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25889>

序文: 在外大使館の米国政府職員とその家族における説明できない健康影響について、国務省に助言するため、米国科学工学医学アカデミーの常設委員会が招聘された。キューバと中国を含む幾つかの国々での大使館職員は様々な症状を報告していた。その症状は、全ての職員に共通するものではなく、頭痛、吐き気、めまい、大きな音、顔面の激しい痛みや強い圧迫感、ならびに認知機能障害が含まれていた。それらの国々に赴任する米国およびカナダの職員が含まれていた。

同様の体調不良は、1960年代初めから1970年代半ばまで、モスクワの米国大使館の職員によっても報告された。これについては、ジョンズ・ホプキンス大学のグループ(Lilienfeld et al., 1978)および米国食品医薬品局の放射線衛生部門(Silverman, 1980)によって徹底的に調査された。彼らは、モスクワに赴任していた国務省職員の健康状態を、同じ時期に他の東欧に赴任していた米国の職員の健康状態と比較した。これらの調査の詳細な報告書がPollack(1979)によって編纂され、モスクワ大使館でのマイクロ波ばく露が何らかの健康への悪影響の原因であることを示唆するような、説得力のある証拠はなかったと結論付けられた。しかしながら、その後50年以上を経て、電磁界技術は急激に進歩しているので、在外大使館の職員からの健康影響の主張を調査することが望まれた。

RRGによる本評価書は、「当委員会は、入手可能な情報および一連の可能性のあるメカニズムを検討した結果、国務省職員によって報告された明確で急性の徴候、症状、および観察の多くは、指向性パルス化無線周波(RF)エネルギーの影響と整合する、と感じた」という、同委員会の結論のみを扱う。

調査方法: 19人のメンバーで構成される同委員会は、健康に関する情報を収集し、これらの非特異的な臨床的徴候および症状の可能性のある原因を調査し、感染症、化学物質へのばく露、心理学的問題または物理的刺激によってそれらが生じ得るかどうかを判断した。マイクロ波についての専門家が報告書の文言のレビューを提示したが、同委員会のメンバー構成を見る限り、マイクロ波の健康影響、具体的には大使館職員によって報告された症状がマイクロ波ばく露と関連しているかどうか、についての専門家はいなかった。

残念ながら、同委員会は「これらの臨床的症例の評価において、急性症状のみ、慢性症状のみ、またはその両方の人々を含める際に、個人レベルの健康およびその他の情報にアクセスできなかったこと、臨床的特徴が時間とともに進化・変化すること、臨床的徴候および徴候のタイミングの点で対象集団が非常に一様でないことといった、複数の難題に直面した」。また重要なこととして、同委員会は大使館内での、特にRF環境についての測定を実施できなかった、または測定へのアクセスを得られなかったという事実がある。

同委員会は、関係する多くの大使館職員と直接討議することはできたが、作業のための測定データはなく、原因を示唆するには報告された症状の分析を行うことしかできず、健康影響の原因および起源については決定的な結論を出すことはできなかった。同委員会は報告書の前書きで、「可能性のある指向性パルス化 RF エネルギー発生源や、推定されるばく露の正確な状況といった、国務省の症例がどのように発生したかについては、評価またはコメントする立場にはなかった」と述べている。

結果および考察： 大使館職員によって報告された臨床的症状の評価において、同委員会は以下のように要約している。「病気の発症時、一部の人々には明確な一連の異常な臨床症状が突然発生し、中には慢性化し、衰弱させられる者もいたが、全員がそうなったわけではなかった。その病気の最も独特な臨床的側面は、発症の性質と初期の特徴であった：これには、大きな音が突然聞こえる、頭の中を強く圧迫される、または揺さ振られる感覚、耳の中、更に広くは頭の中での痛み、がある。大半の人々は、そうした音またはその他の感覚は特定の方向からやってくるようであり、本人が特定の物理的位置にいる時にのみ感じられる、と報告した。一部には、耳鳴り、難聴、めまい、歩行のふらつき、視覚障害の突然の発症の報告もあった。」

同委員会は、大使館職員の症状についての可能性のある原因の分析後、指向性パルス化無線周波 (RF) エネルギーが一番もっともらしいメカニズムであると示唆するに至った。同委員会のメンバーは、国務省職員が報告した急性の、方向性のある、または場所に固有の初期段階の徴候、症状および観察の異常な表出は、これ [指向性パルス化 RF エネルギー] と整合する、と感じた。続いて同委員会は、このメカニズムについての証拠を科学的文献から探索した。そこで扱われた研究の量は相当なものであったが、質のばらつきが大きかった。

同委員会が可能性が高いとしたメカニズムに対する科学的支持には、再現されていない、またはそのメカニズムを支持しない研究も幾つか含まれている。Pall (2016) による「選ばれた」研究のレビューには、電磁界とうつ病およびその他の症状との関連を証明するため、多くの横断的研究が含まれている。この種の研究は、報告された症状についての証拠を提示するのに適していない。Pall はまた、RF 電磁界がおそらく電位依存性カルシウムチャンネル (VGCC) を介して神経精神医学的影響を生じると主張するため、RF 電磁界に関する研究とあわせて、超低周波 (ELF) の電界および磁界についての研究 (Lisi et al., 2006) も含めている。Wood および Karipidis (2020) は、VGCC に対する RF の作用についての非常に包括的なレビューを発表しており、これには Pall のレビュー論文も対象に含まれている。Wood および Karipidis は、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) の 2020 年のガイドラインの制限値の RF 電磁界によって誘導される電流は、[VGCC の] 開閉に影響を及ぼすのに必要とされる電流より何桁も弱く、ELF 変調の検出および整流のための生物学的メカニズムが必要なはずであるが、そのようなメカニズムは証明されていない。全体として、RF 電磁界がカルシウムイオンの細胞内外への輸送に影響を及ぼすということは、実験研究では検証されていない。

加えて、指向性パルス化 RF エネルギーについてのメカニズムに対する同委員会の支持は、携帯電話 [の電波] によって神経細胞の損傷が生じると示唆した (但し再現されていない) Salford 他 [の論文] (2003)、イチヨウの葉 [のエキス] が携帯電話によるラットの脳での酸化ストレスを防ぐことを示唆した Ilhan 他 [の論文] (2004)、Froehlich 他の推論的仮説 (1988) に基づいているが、これらを支持する証拠はない。

欧州委員会 (SCENIHR, 2015) や、RF 電磁界の基準の改定版 (特にこのトピックを扱ったもの) を最近発表した国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP, 2020) のような、関連性のある研究の包括的レビューを実施した「評価の高い」委員会 [の報告書] を引用し、質の高い科学に基づいて確立された結論を導くことが、より良いアプローチであったであろう。電気電子学会の国際電磁界安全性委員会 (ICES) によって最近改定された C95.1-2019 規格 (IEEE, 2019) も、電磁界ばく露の生物学的影響および健康影響についてレビューしている。

ヒト研究: めまい、頭痛、けん怠感、吐き気、不安感、認知障害、記憶障害といった症状は「既知の RF の影響と整合する」という同委員会の見解は、ヒトボランティアを対象に実施された何十件もの質の高い二重盲検実験の結果と整合しない。研究の系統的レビューでは、RF ばく露と症状との関連についての証拠 (Schmiedchen et al., 2019) または症状を説明できる生理学的反応 (Rubin et al., 2011) は示されていない。同様に、観察研究 (Röösli et al., 2010, 2011; SCENIHR, 2015; SSM, 2018) では長期的なばく露との関連は見つかっていない。レビューされた研究は全て比較的低いレベルのばく露によるもので、これにはパルス化 RF も含まれていた。

音の知覚とマイクロ波聴覚効果: パルス化 RF ばく露が焦点かもしれないとされた理由は、大使館職員によって描写された大きな音の知覚とその方向依存性であった。これは、「マイクロ波聴覚効果」が文書で十分に裏付けられた現象であることによる (Frey, 1962; Chou et al., 1982; Lin and Wang, 2007; Yitzhak et al., 2009)。しかしながら、[パルス化マイクロ波によって] 誘導される音は、たとえアンテナのすぐ近くで頭をばく露された場合であっても非常に弱く、非常に静寂な環境中でしか聞こえない。同委員会は、多くの人々が特定の方向からやってくるような音またはその他の感覚を報告した、としている。このことは、マイクロ波聴覚効果を生じるパルス化 RF へのばく露が [大使館職員の症状の] 原因であるということをサポートしていない。これは、Frey (1961) ならびに Elder および Chou (2003) が、[マイクロ波聴覚効果によって] 知覚された音の見かけ上の位置は頭のすぐ後ろであり、パルス化ビーム (レーダー波) に対する身体の向きに関わらず同じ位置にある、ということを確認しているためである。[大使館職員によって描写された] 大きな音とその発生源の方向性は、音が非常に微弱で音像定位がないというマイクロ波聴覚効果の特徴と一致しない。

Elder および Chou (2003) は、高いピーク電力のマイクロ波パルスは、十分なエネルギーがあれば、たとえ平均電力密度 (6 分間平均) が非常に低くても、「カチカチ音」の知覚を生じ得る、としている。しかし、そのようなパルスが「大きな音」を生じることはない。一連のマイクロ波パルスは低いピーク電力密度ではブザー音を生じ得る。この場合、平均電力密度はさほど低くない。マイクロ波聴覚効果の知覚閾値は少なくとも、ピーク値で 90 mW/cm^2 または 820 V/m 、平均値で 0.32 mW/cm^2 と報告されている (Frey and Messenger 1973)。「大きな音」の感覚を生じさせるには、ばく露レベルがピーク電界および平均電力密度の両方とも大幅に高くなければならなかったはずである。

Guy および Chou (1982) は、高強度パルス化 [RF エネルギー] ばく露は脳の温度が 46°C に達した場合にラットを気絶させ得ると報告している。この気絶効果には、強いマイクロ波エネルギーをラットの脳に送達するために特別に設計された導波管が必要であった。気絶効果を生じるためのエネルギー吸収率の閾値は 28 kJ/kg で、これは $5\text{-}180 \text{ mJ/kg}$ の範囲にあるマイクロ波聴覚効果の閾値より何桁も高い。

Foster (2018) は、マイクロ波聴覚効果および脳細胞に対する RF パルスの影響についての証拠を次のように要約している。「人々に聴覚を生じさせるには、強い短い (マイクロ秒の) マイクロ波エネルギーのパルスにばく露しなければならない。そのパルスは数マイクロ秒で数マイクロ秒だけ脳組織を加熱するのに十分で、結果として生じる熱膨張が脳内に音響波を発生し、被験者はそれを音として知覚する。音響圧力は組織の損傷を生じるには何桁も低い。彼らが可聴感覚を生じるのは、ヒトの聴覚系の感度が絶妙であり、閾値近くの聴覚現象はそれを表している、というだけである。実際に脳を損傷させるには、マイクロ波は被験者を焼いてしまうほど強くなければならないはずであるが、そのような事例が発生したことはない。」

音についての RF 以外による説明に関連したその他の可能性は、[同委員会の] 報告書では論じられていない。但し、キューバの米国職員は甲高い音の記録を公表している。生物学者のチームがその音を分析したところ、コオロギが仲間を呼ぶ音であると同定された (Stubbs and Montealegre-Z, 2019)。超音波盗聴器の副産物である可能性を示唆する人々もいる (Foster, 2018)。

電磁障害: 同委員会は、大使館職員の症状の発生時に電子機器の障害の報告はなかった、としている。同委員会は、情報システムの機能障害といった電磁的混乱を論じた Hoad (2007) の博士論文を引用している。Hoad の論文は、例えばコンピュータ画面上の「ノイズ」の発生、Wi-Fi への障害といった、単純な電磁障害作用を扱ったものではない。よって、この参考文献は、大電力 RF パルスが電磁障害を生じ得るかどうかどうかという疑問とは無関係である。

電子機器の障害耐性は 1-30 mV のレベルで検査されている (IEC, 2010)。ゆえに、電子機器はこの検査レベルを超える電磁界によって障害を受ける可能性がある。200-2000 V/m の電磁界ばく露によるパーソナルコンピュータの深刻な障害が報告されている (Hoad, 2004)。よって、「大きな音」の知覚を生じさせる RF ばく露は、デジタル機器に障害を及ぼしたはずである。更に、携帯電話基地局からの RF 電磁界は一般的に 0.03-3 V/m の範囲である (Rowley and Joyner, 2012)。仮にそのような高いピーク電力のマイクロ波が大使館職員に対して用いられていたならば、既存の通信との障害の発生が予想されて然るべきであった。

経頭蓋磁気刺激(TMS)および神経に対する RF の作用: 同委員会は、「治療用神経調節のための目的のある短期ばく露から得られる便益は、Stein および Udasin (2020) が要約しているような、電磁界 (例: 高圧送電ケーブル) に長期間ばく露された人々が描写する有害な神経学的および神経精神医学的症状 (Pall, 2016) とは対照的である」としている。但し、TMS に適用されるばく露の特性は、「マイクロ波聴覚効果」を生じるばく露とは全く異なる。TMS 技術では、神経細胞を脱分極させるような比較的強い電界を誘導するため、強い低周波磁界が用いられる (例えば、Hansson Mild and Møllerlækken, 2018 を参照)。TMS についての同委員会の見解は、マイクロ波の潜在的影響を論じる際には無関係である。

マイクロ波からのより高い周波数でのばく露には、神経に対する同様の作用はない (ICNIRP, 2020)。高強度パルス化マイクロ波によって生じた熱弾性膨張による組織の「振動」は、内耳の迷路における感覚細胞を刺激するかもしれない、それが求心性神経を刺激することになる。但し、パルス化マイクロ波には他の神経細胞に対する直接的な作用がある、ということは示されていない。

Chou および Guy (1978) は、単離したニューロンにおける神経伝達 (これには温度感受性があることが知られている) を研究し、冷却技術によって神経の温度を正常に保った場合、1500 W/kg まで (連続波)、または 220kW/kg (パルス波) までの比吸収率で神経刺激が生じないことを示した。Chou 他 (1982) は、マイクロ波パルスによってモルモットおよびネコに蝸牛マイクロホン効果が誘導されることを証明した。これは (熱弾性膨張圧力による) 蝸牛での機械的振動によるものであり、直接的な聴覚神経刺激によるものではないことを示している。

集団心因性疾患: 報告された症状についての別の説明に、集団心因性疾患がある。「当委員会は、二つのまとまった徴候および症状に留意した。一つは急性の、より特徴的で異常な特徴を有する一部の症例の発症時に生じたもの、もう一つは慢性の、これらの症例の発症の後期に生じた、または他の症例で亜急性に発症したものである。但し、患者レベルのデータがないので、当委員会は発端者とその後の症例を同定できなかった。更に、当委員会は、可能性のある社会的伝染についての判断を可能にする、社会的接触のパターンについての疫学的証拠を受け取らなかった。それらのデータへのアクセスなしには、集団心因性疾患の遡及的診断は良くても推論的と見なされ、批判にさらされて然るべきである (Jacobsen and Ebbelhøj, 2016, 2017; Jansen et al., 2016)。ゆえに、当委員会は、キューバまたは他の場所での事案についての可能性のある原因としての集団心因性疾患については結論に達することができなかった。」

同委員会は、[大使館職員が報告した] 症状の異常なパターンについての可能性のある原因としての集団心因性疾患については結論に達しなかったが、それ [集団心因性疾患] は有害なばく露に帰結される症状の原因として一般的である (Page et al., 2010)。確かに、この疾患が [大使館職員が報告した症状の] 原因である可能性は、指向性マイクロ波エネルギーよりも遥かに高いと考

えられる。集団心因性疾患は、病気の客観的な指標がない、または同定可能な物理的ばく露がない中でも自覚症状があることが特徴である。症状はしばしば、脅威と解釈される起回事象が引き金となる。高い社会的地位にある他の人物が症状を呈する、または報告するのと時期が一致する場合は特にそうである (Bartholomew and Wessely, 2002)。そのような場合、ばく露が有害であるという信念は、そのばく露自体の特性に関わらず、人々に症状を感じさせ得る (Webster et al., 2016)。このことはとりわけ、RF 電磁界 (Witthoft and Rubin, 2012)、化学物質ばく露 (Winters et al., 2003)、および風力発電設備からの超低周波音 (Crichton and Petrie, 2015) について証明されている。そのような「ノセボ」効果は、その他の既存の症状、または偶然発生した症状と一致することもあり、それが推定上のばく露に帰結されることになる (Rief and Broadbent, 2007)。集団心因性疾患に基づく説明は、症状の非一様性、他の大使館および国の職員への病気の拡散、一般的に受け入れられている器質的異常がないことを含む、[大使館員らの症状という] 事案の特徴の多くと一致することが既に示唆されている (Bartholomew and Baloh, 2020)。

結論: 科学は、何かが起こらないという否定的なことを証明することはできない。科学が成し得る最善は、ある因子がある影響を生じる、または生じないということについて、説得力のある証拠を提示する質の高い研究を行うことである。同委員会は、「その他の可能性のあるメカニズムを排除できず、要因の多様性が一部の症例および他の症例との相違を説明する可能性がある、と見なしている。特に、当委員会は、一連の慢性的徴候および症状のみを呈する人々が、初期の、突然発症した一連の徴候および症状を報告した人々と同じ原因および病因論的メカニズムに苦しんでいる、ということについては確信が持てなかった」。しかしながら、「国務省職員によって報告された急性の、方向性のある、または場所に固有の初期段階の徴候、症状および観察の異常な表出は、指向性パルス化無線周波 (RF) エネルギーの影響と整合することを見出した」という結論に達する前に、質の高い科学的文献のレビューにおいて、より徹底的な作業がなされるべきであった。

大使館職員によって知覚された音がマイクロ波聴覚効果によるものである、ということについてのもっともらしさを低下させている要因には以下のものが含まれる：

- 「大きな音」の感覚を生じさせるには、ピークおよび平均が高いマイクロ波電力密度が必要であったはずである。それには、軍用レーダーのような大型のマイクロ波発生装置を標的のすぐ近くで使用する必要があったはずである。
- 大使館職員は、高い平均電力密度によって生じていたはずの熱の感覚を一切報告しなかった。
- そのような高いピーク電力密度へのばく露では確実に生じていたはずの電磁障害の報告がなかった。
- 報告された音が方向性を有するという特性は、マイクロ波聴覚効果についての描写と一致しない。

そのような装置を作ることは技術的に困難であったであろうというだけでなく、大電力または小電力のパルス化 RF が、国務省職員によって報告された症状を生じ得る、または [キューバの] ハバナおよび中国の米国大使館職員に発生した事案の原因であるということについて、説得力のある証拠は示されていない。超音波盗聴器が音の原因の一つとして示唆されており (Foster, 2018)、また集団心因性疾患とそれに関連する心理学的メカニズムが、症状のもっともらしい説明の一つとして残されている (Bartholomew and Baloh, 2020)。

参考文献

- Bartholomew and Wessely (2002). Protean nature of mass sociogenic illness. *British journal of psychiatry* 180: 300-306. <https://www.kcl.ac.uk/kcmhr/publications/assetfiles/cbrn/Batholomew2002-proteannature.pdf>
- Bartholomew and Baloh (2020). Challenging the diagnosis of ‘Havana Syndrome’ as a novel clinical entity. *Jnl Royal Society of Medicine* 113(1): 1-7. DOI: 10.1177/0141076819877553
- Chou et al. (1982). Auditory perception of radio-frequency electromagnetic fields. *J of Acoustic Society of America* 80th review and tutorial paper, 71(6):1321-1334.
- Chou and Guy (1978). Effects of electromagnetic fields on isolated nerve and muscle preparations. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 26: 141–147.
- Crichton and Petrie (2015). Health complaints and wind turbines: The efficacy of explaining the nocebo response to reduce symptom reporting. *Environ Res* 140: 449-55.
- Elder and Chou (2003). Auditory Response to Pulsed Radiofrequency Energy. *Bioelectromagnetics* 6: S162-S173.
- Foster (2018). Cuba's "sonic attack" on the U.S. embassy could have been merely sounds emitted by a listening device. *Scientific American* 7 September 2018.
- Frey (1961). Auditory system response to radio frequency energy. *Aerospace Med* 32:1140–1142.
- Frey (1962). Human auditory system response to modulated electromagnetic energy. *Journal of Applied Physiology* 17: 689-692.
- Frey and Messenger (1973). Human perception of illumination with pulsed ultrahigh-frequency electromagnetic energy. *Science* 181: 356–358.
- Fröhlich (1988). Theoretical physics and biology. In *Biological coherence and response to external stimuli*, edited by H. Fröhlich. Berlin, Germany: Springer-Verlag. Pp. 1-24.
- Guy and Chou (1982). Effects of high-intensity microwave pulse exposure on rat brain. *Rad Sci* 17(5S): 169S-178S.
- Hansson Mild and Møllerlækken (2018). Occupational exposure to magnetic field in transcranial magnetic stimulation treatment. Chapter 9. *Transcranial Magnetic Stimulation in Neuropsychiatry*. IntertechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73224>
- Hoad et al. (2004). Trends in EM Susceptibility of IT Equipment. *IEEE Trans. On Electromagnetic Compatibility*. 46(3): 391-396
- Hoad (2007). The utility of electromagnetic attack detection to information security. Ph.D. dissertation. University of Glamorgan, UK.
- ICNIRP (2020). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys.* 118(5): 483–524.
- IEC (2010). International Standard. Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4-3: Testing and measurement techniques – radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test. International Electrotechnical Commission, Geneva. Available at: https://www.itu.int/en/ITU-D/Technology/Documents/Events2016/CI_Training_ARB_Tunis_April16/Session8/IEC_61000-4-3_2010.pdf

- IEEE C95.1 (2019). IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to electric, magnetic, and electromagnetic fields, 0 Hz to 300 GHz. New York, NY.
- Ilhan et al. (2004). Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. *Clinica Chimica Acta* 340(1-2): 153-162.
- Jacobsen and Ebbenhøj (2016). Outbreak of mysterious illness in a hospital poisoning or iatrogenic induced mass psychogenic illness. *Journal of Emergency Medicine* 50: e47-e52.
- Jacobsen and Ebbenhøj (2017). Reply to Jansen et al. *Journal of Emergency Medicine* 52(4): 581-583.
- Jansen et al. (2016). Comments on “Outbreak of mysterious illness in a hospital poisoning or iatrogenic induced mass psychogenic illness.” *Journal of Emergency Medicine* 52(4): 581-583.
- Lilienfeld et al. (1978). Foreign service health status study evaluation of health status of foreign service and other employees from selected eastern European posts. Final report (Contract No. 6025-619073) to US Depart of State, July 31, 1978.
- Lin and Wang (2007). Hearing of microwave pulses by humans and animals: Effects, mechanism, and thresholds. *Health Phys* 92(6): 621-628.
- Lisi et al. (2006). Extremely low frequency electromagnetic field exposure promotes differentiation of pituitary corticotrope-derived AtT20 D16V cells. *Bioelectromagnetics* 27: 641–651.
- Page et al. (2010). Frequency and predictors of mass psychogenic illness. *Epidemiology* 21(5): 744-747
- Pall (2016). Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *Journal of Chemical Neuroanatomy* 75(Pt B): 4351.
- Pollack (1979). Epidemiologic data on American personnel in the Moscow embassy. *Bull NY Acad Med* 55(11): 1182-1186.
- Rief and Broadbent (2007). Explaining medically unexplained symptoms-models and mechanisms. *Clinical Psychology Review*. 27(7): 821-841
- Röösli et al. (2010). Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bull World Health Organ* 88: 887–896
- Röösli et al. (2011). Sense and sensibility in the context of radiofrequency electromagnetic field exposure. *Comptes Rendus Physique* 11(9–10): 576-584.
- Rowley and Joyner (2012). Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations, *J Expo Sci Environ Epidemiol* 22(3): 304-315
- Rubin et al. (2011). 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(8): 593–609.
- Salford et al. (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental Health Perspectives* 111(7): 881-883.
- SCENIHR. (2015). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). EC Report Health effects of EMF – 2015 01 20
- Schmiedchen et al. (2019). Methodological limitations in experimental studies on symptom development in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) – a systematic review. *Environmental Health* p1-24. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0519-x>

Silverman (1980). Epidemiologic Studies of Microwave Effects. Proceedings IEEE 68(1): 78-84.

SSM (2018). SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Recent Research on EMF and Health Risk Twelfth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2017. Report 2018:09 ISSN: 2000-0456 Swedish Radiation Safety Authority.

Stein and Udasin (2020). Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome)—review of mechanisms. Environmental Research 186:109445.

Stubbs and Montealegre-Z (2019). Recording of “sonic attacks” on U.S. diplomats in Cuba spectrally matches the echoing call of a Caribbean cricket. Available at: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/510834v1.full.pdf>

Webster et al. (2016). A systematic review of factors that contribute to nocebo effects. Health Psychol 35(12):1334-1355. doi:10.1037/hea0000416

Winters et al. (2003). Media warnings about environmental pollution facilitate the acquisition of symptoms in response to chemical substances. Psychosomatic Medicine, 65(3): 332-338.

Witthoft and Rubin (2013). Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). J Psychosom Res 74(3): 206-212.

Wood and Karipidis (2020). Radiofrequency Fields and Calcium Movements Into and Out of Cells. Radiat. Res. 195: doi: 10.1667/rade-20-00101.1

Yitzhak et al. (2009). Generalized model of the microwave auditory effect. Phys Med Biol 54(13): 621-628.

JEIC による注釈

* 学術専門家グループ (Rapid Response Group: RRG) : 電磁界情報センターが日常的に行う情報調査業務および情報提供業務において、その専門性ならびに提供する情報のわかりやすさの観点から意見を求めるため、特に、科学的レビューが必要と思われる重要な科学的研究報告の評価を行うための組織

** マイケル・レパコリ教授 (Professor Michael H. Repacholi) : 世界保健機関 (WHO) 国際電磁界プロジェクト 元チームリーダー、ローマ大学ラ・サピエンツァ校 (イタリア) 客員教授