

## 1. はじめに

本調査研究の一環として電磁界による健康影響については、2000年度報告書「電磁界の健康影響に関わる文献的検討」（日本環境協会）に、疫学研究論文のレビューおよびメタアナリシスを行った結果がまとめられている。また、1999～2001年に報告された疫学研究及びレビューについては2001年度報告書「電磁界の健康影響に関わる最近の文献調査」（日本環境協会）にまとめられており、2002年度の文献調査研究では、それらの内容をふまえ、2001～2002年に報告された疫学研究及びレビューの内容を検討し、現段階における超低周波（商用周波数中心）電磁界暴露による健康影響の因果関係を中心に「電磁界の健康影響に関わる最近の文献調査 2002」の結果が整理されている。さらに2003年度においては2002年～2003年に報告された疫学研究及びレビューの内容を検討した「電磁界の健康影響に関わる最近の文献調査（2003）」が加えられた。

今回我々は主に前報告（2003年）以降の2003年後半から2004年に報告された疫学研究等及びレビューの検討を行い、超低周波電磁界（商用周波数）による健康影響の因果関係に関わる現時点における検討を実施したので報告する。

## 2. 方法

MEDLINE から2004年に発表された、電磁界（EMF：Electro Magnetic Field）による健康影響に関する論文（1-11）を抽出した。抽出にあたっては、わが国からの本調査研究に適合した疫学論文の発表はなく、またPeer Reviewがなされる一定レベルのジャーナルが英語での掲載を行っていること及び主要な論文は英語のサマリーを持つこと、このレビューの内容から鑑み全文が英語の文献で高いレベルの研究が網羅されていることなどを考慮し、英語により発表された論文のみを採用した。また2004年12月に公表された国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP：International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection）による電磁界と健康影響に関する疫学研究のレビュー（12）の内容は100kHz～300GHzの高周波帯の健康影響に対するレビューであるが、超低周波電磁界（商用周波数）による暴露の健康影響についての参考となると考え検討に用いた。論文の着目疾患別内訳は、全白血病に関するもの2本（8,11）、全脳腫瘍に関するもの1本（11）、乳がんに関するもの3本（6,7,11）、心血管系疾患に関するもの4本（1,3,10,11）その他の疾患や症状に関するもの5本（2,4,5,9,11）であった（この報告では重複して記載している）。

論文の研究方法別内訳は、後ろ向きコホート研究が5本（1,3,5,6,11）、コホート内症例対照研究が1本（7）、症例対照研究が1本（2）、横断研究が1本（4）、レビューが3本（8,9,10）であった。

これらの論文については、著者、発表年、タイトル、着目疾患、研究方法について要約を示した（表1）。要約は掲載誌名・巻・号、研究目的、対象集団（対象論文）、電磁界の暴露評価、電磁界暴露との関連性、研究結果、および研究に対する評価・判断をまとめたものである。個々の文献の要約については参考文献に示した。

## 3. 全白血病および全脳腫瘍、乳がんについて

全白血病および全脳腫瘍、乳がんに関する論文は4本が抽出された。その研究方法別内訳では、後ろ向きコホート研究が2本（文献番号：6,7）、レビューが2本（8,11）であった。

### 3.1 全白血病、全脳腫瘍についての研究

Brain, Joseph<sup>(8)</sup>らは小児期の白血病に対してのレビューを行っている。レビューの中でGreenland

らが行った調査では高い電磁波を受ける場所に居住する小児について小児白血病のリスクが増加しているとしている。住居環境で $0.3\mu\text{T}$ 以上の暴露を受けると相対危険度 (relative risk:RR) は1.7 (95%信頼区間 (confidence interval: CI) 1.2 - 2.3) であった。暴露レベルが $0.05\mu\text{T}$ 以上であると人口寄与危険度は3% (95%信頼区間 2% to >8%) であった。Alhood らが行った他の集団を用いた研究でも同様の結果であった。さらに動物実験の結果も検討をしているが、動物実験によるとほとんどの研究において血液腫瘍に対しては陰性の結果であった。疫学研究の際の暴露量の評価については様々な交絡因子が存在することがあり、動物実験で陰性の結果について再現性が示された際には疫学調査はより適切なデザインで行われなければならないとしている。

Christoffer Johansen<sup>(11)</sup> らはデンマークのすべての99の電力供給会社の従業員を対象にコホート研究を行った。1908年から1993年の間に勤務していた32,006人を対象とした。暴露の評価は時間加重平均によるJob Exposure Matrix (JEM) を作成して、それぞれの職場における暴露を評価した。25の仕事の内容と19の職場エリアにわけ、最終的に4つのカテゴリーに分けた。その分類は $0.09\mu\text{T}$ 以下 (バックグラウンド)、 $0.1 - 0.29\mu\text{T}$  以下 (低用量暴露群)、 $0.3\mu\text{T} - 0.99\mu\text{T}$  (中等量暴露群)、 $1.0\mu\text{T}$  以上 (高度暴露群) 及び unknown (カテゴリー化不明群) の4群である。これらの調査で男性における脳腫瘍の標準化罹患比 (Standardized Incidence Ratio: SIR) についてはコントロール群0.5、低暴露群0.9、中暴露群0.7、高暴露群1.2、カテゴリー化不明群1.2でありすべて有意差を認めなかった。また同様に白血病の標準化罹患比 (SIR) についてもコントロール群1.0、低暴露群1.0、中暴露群0.9、高暴露群1.1、カテゴリー化不明群0.6であり有意差を認めなかった。他の腫瘍性疾患については胆嚢癌、非メラノーマ皮膚癌、肺癌に有意差をもつ増加を認めたが、その差はわずかであった。これらの腫瘍性疾患はIARCなどにより暴露量反応関係がないことを示しており、現在のところその関連性は薄いと結論付けている。但し、電力供給企業以外との比較はできておらず更なる検討は必要であると思われる。

### 3.2 乳がんに対する研究

Kabat GC<sup>(6)</sup> らは電気毛布と乳がんの発生についての2つの症例対照研究から検討を行った。The Long Island Breast Cancer Study (LIBCSP) (症例1,354人、対照1,426人) 及び the EMF and Breast cancer on Long Island Study (EBCLIS) (症例576人、対照585人) という2つの乳がんの症例対照研究で電気毛布の使用状況を調査し比較を行った。2つの調査とも電気毛布の使用の有無、現在及び過去の使用、体に接触させての使用の有無、使用時間及び月経前の使用の有無などについて症例と対象の間で有意差を認めなかった。また使用頻度や使用時間、集中的に使用する時間なども調査したが関連はなかった。著者らはこの研究はこれまでの結果を支持するものであり、電気毛布の使用は乳がんの発生リスクを増加させないと結論づけている。

Navas-Acien A<sup>(7)</sup> らは無線通信や電報のオペレーターを対象にコホート内症例対照研究を行った。2,619人を対象として99人の乳がん患者が発生した。99人の症例に対し、年齢をマッチさせた396人の対照 (割合は1:4) を選択した。今回の研究では症例群の標準化罹患比 (SIR) が1.3 (95%CI 1.05 - 1.58) と有意差を認めた。しかしEMF暴露量の評価の問題や子が乳癌発生のリスクファクターとされる子のいない症例の数が少なかったことなどが影響している可能性がある。またEMFの暴露について4群に分け評価しているが、有意差を認めなかった。

Christoffer Johansen<sup>(11)</sup> らは電力供給会社の女性従業員5,866人を対象にコホート研究を行った。この研究では $0.09\mu\text{T}$ 以下 (バックグラウンド)、 $0.1 - 0.29\mu\text{T}$  以下 (低暴露群)、 $0.3\mu\text{T} - 0.99\mu\text{T}$  (中暴露群)、 $1.0\mu\text{T}$  以上 (高暴露群) 及び unknown (カテゴリー化不明群) にわけて乳がん発生の標準化罹患

患比(SIR)を測定した。乳がんの標準化罹患比(SIR)はバックグラウンド 1.3、低用量暴露群 0.9、高度暴露群 1.0、カテゴリー化不明群 1.3 で有意差を認めなかった。

#### 4. 全白血病、全脳腫瘍、乳がん以外について

全白血病、全脳腫瘍、乳がん以外の疾患に関する検討を記載した論文は 8 本であった。その研究方法別内訳では、後ろ向きコホート研究が 4 本(文献番号:1, 3, 5, 11)、症例対照研究が 1 本(2)、横断研究が 1 本(4)、レビューが 2 本(9, 10)であった。

##### 4.1 心血管疾患について

Christoffer Johansen<sup>(1)</sup>らは 1900 年より 1992 年の間に 99 の電力系の会社に少なくとも 3 ヶ月以上勤めていた人を対象とし、26,135 人の男性を対象にコホート研究を行い、心疾患(重大な不正脈(AV ブロック、洞不全、心房細動(Af)、著明な徐脈(Bradycardia)など)の発生をペースメーカーの植え込み術数を指標として評価した。暴露の評価は時間加重平均による JEM を作成して、それぞれの職場における個人別暴露を推定した。25 の仕事の内容と 19 の職場エリアに区別した。総数で 475 の区分にわけ、最終的に 0.09  $\mu$ T 以下、0.1 - 0.99  $\mu$ T 以下、1.0  $\mu$ T 以上およびカテゴリー化不能群に分けた。暴露の評価は最初に得た情報によりカテゴリー化し、その後は変えなかった。その後 323 人が仕事内容を変えることになったが、24,056 人の観察で 379486 人年の観察を行った。従事年数の平均は 15.8 年で(0 年~19 年)最終的には従業員にペースメーカー植え込み頻度の増加はなかった。140 人の植え込みが推定されたが 135 人が実際にペースメーカー植え込み術をおこない、推定リスク値は 0.96(95%信頼区間 0.81 - 1.14)であった。カテゴリー化不能群がもっともペースメーカーの植え込みが多く、明らかな量反応関係は認めなかった。但し、健康労働者影響がある、心疾患になると継続的に勤務することが難しくなり対象から外れることがある、対照では対象群のように管理を受けた群と比較すると心疾患が大きく増加する、暴露の評価に限界があることが課題があるとされている。タバコ、体重などのその他のリスクファクターの評価を行っていないなどの点は考慮されるべきである。

Niclas Hakansson<sup>(3)</sup>らは職業性の EMF 暴露と心疾患による死亡との関連をコホート研究にて評価した。この研究は、スウェーデンの 27,790 人にもとづいている。暴露の評価は 1967 年もしくは 1973 年に報告された職業にリンクした JEM により評価した。著者らは心疾患のいくつかのリスクを調節したコックス回帰モデルにより相対危険度を算出し、EMF 暴露と急性心筋梗塞(Acute Myocardial Infarction: AMI)の間に以下のような関連を認めた。AMI 以外の虚血性心疾患や不整脈、動脈硬化の間には関連性はなかった。著者らは高暴露群においては AMI の発症リスクがわずかに上昇することを見出した(相対危険度 Relative Risk: RR1.3 95%信頼区間:0.9 - 1.9)。一卵性双生児における相乗指標(synergy index)が 2.7(95%CI:1.1 - 6.6)であったことは急性心筋梗塞(Acute Myocardial Infarction: AMI)のリスクが病気に対し遺伝的感受性を持つ人に対しては ELF MF 暴露の影響をより強く受けることを示唆した。暴露の評価は大まかに 1000 の職種にわけ、各職種で少なくとも 4 箇所の線量を測定した。異なる場所で電磁波の測定を行い Job Exposure Matrix (JEM) を作成した。また、まれな職業については既知の論文により、暴露量を推定した。カテゴリーは 0.1  $\mu$ T 未満、0.1 - 0.19  $\mu$ T、0.2 - 0.29  $\mu$ T、0.3  $\mu$ T 以上に分けた。ただし本研究は 75 歳未満の者のみの調査であること及び信頼区間が非常に広いこと、生存者効果(Survivor Effect)などに注意する必要がある。

Ahlbom A<sup>(10)</sup>らは Stockholm Heart Epidemiology Program (SHEEP) Study のデータよりストックホルム

ムの電磁波暴露による急性心筋梗塞の発生について調査した。SHEEP Study は 951 人の症例と 1,147 人の対照を基にした研究である。診断の前 1 年、5 年、10 年の職業名及び JEM の作成により暴露量を推定した。結果として EMF 暴露により急性心筋梗塞のリスクは上昇してはいなかった。0.3  $\mu$ T 以上の暴露を受けている群についても調整した相対危険度 (RR) は 0.57 (95%信頼区間:0.36 - 0.89) であった。今研究は暴露について直接測定していない点は十分注意しなければならない。

Christoffer Johansen<sup>(11)</sup>らはデンマークのすべての 99 の電力供給会社の従業員を対象にコホート研究を行い、1908 年から 1993 年の間に 3 ヶ月以上勤務していた 21,236 人を対象とし、心血管系疾患の標準化死亡比を測定した。0.09  $\mu$ T 以下 (バックグラウンド)、0.1 - 0.29  $\mu$ T 以下 (低暴露群)、0.3  $\mu$ T - 0.99  $\mu$ T (中暴露群)、1.0  $\mu$ T 以上 (高暴露群) 及び unknown (カテゴリー化不能群) の暴露群で急性心筋梗塞、虚血性心疾患、その他の心疾患、脳卒中についてそれぞれ標準化死亡比 (Standardized Mortality Ratio: SMR) を比較した。標準化死亡比は急性心筋梗塞において低暴露群が 1.0、中暴露群が 1.0、高暴露群 1.0、カテゴリー化不能群は 0.8 であった。虚血性心疾患においては低暴露群が 1.0、中暴露群が 0.8、高暴露群 1.2、カテゴリー化不能群は 0.7 であった。その他の心疾患については低暴露群が 0.7、中暴露群が 1.0、高暴露群 1.1、カテゴリー化不能群は 0.9 であった。脳卒中については低暴露群が 0.9、中暴露群が 0.8、高暴露群が 1.0、カテゴリー化不能群は 0.6 であった。これらの疾患については全て有意差を認めなかった。

#### 4.2 その他の健康影響について

Suleyman Dasdag<sup>(2)</sup>らは電磁場に暴露されていると思われる溶接工に対する血液マーカーの変動を一般人と比較した。対照集団は 20 歳から 40 歳までの男性で同じ地域に住み、同様の生活習慣を持っている人である。症例は 16 人の溶接工であり、10 年以上溶接工の仕事をしている人である。対照は 14 人の健康な成人男性で、タバコ及びコーヒーは飲まない男性とした。また調査期間は電気髭そり器やヘアードライヤーを使わないこととした。測定項目として RBC、WBC、Hb、Ht、Plt、白血球分画、CD3、CD4、CD8、CD4/CD8 の測定を行った。結果として Ht 以外においては有意差を認めなかった。Ht についてもコントロール群が  $40.5 \pm 1.70$  (%)、暴露群が  $43.5 \pm 3.9$  (%) であり、溶接工に貧血が多いとはいえなかった。血液マーカーについては CD3、CD4/CD8 は有意差を認めなかった。CD4 についてはコントロール群で  $68 \pm 6.26$  (%)、暴露群で  $53.07 \pm 6.51$  (%) であり暴露群で有意に低下していた。CD8 についてはコントロール群で  $31.61 \pm 4.82$  (%)、暴露群で  $27.78 \pm 3.92$  (%) であり CD4 同様暴露群で有意に低下していた。また、動物実験では慢性の EMF 暴露では 120 日までは変化がなかった。Ht の上昇は正常範囲内であり、CD4、CD8 の暴露群での低下も臨床的には問題がないと思われる。

Martin Roosli<sup>(4)</sup>らは暴露を受けたと思っている 2001 年 7 月より 2002 年 6 月までに 429 人を対象に質問紙票による調査を行った。394 人から症状があるとの報告を受け取った。有訴者の平均年齢は 51 歳であり、57% が女性であった。スウェーデンの一般人と比べて有訴者は年齢が高く、高い教育を受けており、また結婚している傾向があった。平均 2.7 個の症状を訴えており、睡眠障害 (58%)、頭痛 (41%)、神経質 (19%)、疲労感 (18%)、集中力低下 (16%) であった。有訴者が暴露されて症状が出ていると思うものについては携帯電話基地局 (74%)、携帯電話 (36%)、コードレス電話 (29%)、電力線 (27%) であった。特定の地域での特定の症状については特に訴えがなかった。この調査は暴露の評価を正確に行っているものではないが、どのようなものに暴露の不安があるか、またどのような情報を提供していくかを考える上で重要である。

Chengxuan Qiu<sup>(5)</sup>らは 1,473 人の痴呆のない対象者によるコホート研究を行った。最終的には 542 人が脱落した。4,366・人年の観察期間で 265 人が痴呆症と診断され、202 人がアルツハイマー症と診断された。ELF 暴露が 0.2 $\mu$ T 以上の集団においてアルツハイマー症では年齢、教育、アポプロテイン E 遺伝子型、飲酒の有無、喫煙、精神活動性、社会活動性、性別で調整した相対危険度 (RR) が 2.3 (95% CI 1.0 - 5.1)、痴呆では調整相対危険度 (Adjusted RR) が 2.0 (95%CI 1.1 - 3.7) となっていた。女性については有意差を認めなかった。職業を通して ELF 暴露には性別特異性が認められた。また、男性では量反応関係も認められていた。但し、この研究は追跡不能となったものが約 1/3 いた事、Job Exposure Matrix で評価できなかった暴露者がいたこと、交絡因子の存在は十分留意しなければならない。

Li CY<sup>(9)</sup>らは EMF 暴露と筋萎縮性側索硬化症 (ALS) との関連についての論文をまとめている。Medline にて抽出した 10 の論文のうち 9 の論文にて ALS と EMF 暴露の間に中度から強度の関連を認めている。ただし著者はこれらのデータは重要であるが、EMF 暴露と ALS の関連を見る際に直接の暴露の測定をしていないこと、また職場などで他の ALS のリスクと考えられる暴露を評価していないこと、対象についての選択バイアスがかかっていることなどを問題としている。

Christoffer Johansen<sup>(11)</sup>らは 24,850 人の電力供給会社の社員に対し神経学的疾患の評価を行っている。診断には ICD-8 を用いている。暴露群を 4 つに分けて疾患の RR を測定したが、0.1 $\mu$ T 以上の暴露を受けている群でてんかんの発生に有意な増加を認めている (RR : 2.03 95%CI : 1.02 - 4.05)。その他の痴呆症、パーキンソン病、早老症、脳性麻痺、運動神経疾患、脊髄疾患には有意差を認めず、量反応関係も認められなかった。

## 5. ICNRP の電磁界と健康影響に関する疫学研究のレビュー<sup>(12)</sup>について

今回2004年12月にICNRP疫学研究評価グループより電磁界と健康影響に関する疫学研究のレビューが報告された。このレビューは商用周波数ではないが、高周波についての最近の評価結果では以下のような報告がまとめられている。

### 職業性暴露と健康影響について

#### 癌との関係について

研究デザイン、研究のサイズ、暴露の評価として最も有益な研究である Groves ら、Milham ら、Morgan らの研究では脳腫瘍及び白血病に対してほとんど関連するという証拠はなかった。例外として Groves らの研究で暴露を受けた 3 職種の 1 つである航空電気技師の非リンパ性白血病が増加するといわれている。しかしこの所見は以前の研究とは一致しない。また、脳腫瘍に対する以下の 2 つのアメリカの症例対照研究で Thomas らの研究ではオッズ比は 1.5 となった。しかし死んだ人の近親者の面接法による問診聴取になっており、確実な暴露調査はできなかった。Grayson らの研究では JEM から暴露量を推定して評価した。暴露と脳腫瘍との関連は明らかではなかった。これらの研究は暴露の評価の質に関心がもたれた。今まで出版された研究は確たる EMF 暴露と白血病や脳腫瘍の増加の可能性を示唆するものではないが潜在的な関連の可能性を否定することはできない。

#### 乳がんについて

いくつかの研究を乳癌と EMF 暴露との関係を調査したものとして取り上げている。Tynes らの研究で

はRR1.5と上昇しているが、子宮内膜癌の相対危険度(RR)も増加しているため、ホルモンや生殖器の問題によるものの可能性を示唆した。Cantorらは大規模な症例対照研究を行っている。この研究ではEMF暴露と乳癌の発生との間に関連の可能性はないとしている。Demersらの研究では男性の乳癌について研究しておりオッズ比は2.9となったが、7人の男性発生患者しかいなかった。

### **精巣癌について**

Hayesらの症例対照研究ではマイクロ波と他のラジオ波ではオッズ比は3.1であった。暴露の推定は自己申告ではなく、職業歴からの専門家らの評価による暴露の推測であった。Davis and Mostofiらによる携帯用交通レーダー所持による精巣癌発生の関連評価では観察値/期待値は6.9であり有意差を認めた。アメリカ海軍のレーダー暴露者による大規模コホート研究では高暴露群における標準化死亡比(SMR)は0.6であり、コントロール群と比較しても標準化死亡比は低かった。

### **眼の黒色腫について**

Stangらの症例対照研究によると自己申告によるマイクロ波もしくはレーダーの暴露では眼の黒色腫との関連で少なくとも6ヶ月の1日数時間の暴露があると増加が認められるとしている。(オッズ比3.3:95%信頼区間1.2-9.2)ただしこの研究は対照数が少なく、病院内の患者を対照にしたものと人口を職場での職種名による暴露推計を行った従業員を対照にした2件の症例対照研究を組み合わせたものである。

### **肺癌について**

Savitzらの研究にて、ケベックとフランスのコホート内症例対照研究ではEMF暴露について肺癌の間に有意差を認めた。喫煙やその他の危険因子を調整してもほとんど変化はなかった。他の研究では肺癌とEMFとの関連を示唆する研究はなかった。

### **腫瘍との関連性の結論**

結論として個別には職業性の電磁波暴露が危険性を与えるとする有力なエビデンスが発表されたが、いかなる箇所の腫瘍についても明らかに確立された腫瘍との関係は認められなかったといえる。暴露に関する情報の質が貧弱であり、異質の研究を病因論的研究に組み合わせることができるかどうかは明らかではない。不正確で方法論的に限界のある研究を組み合わせることは職業性の電磁波暴露と腫瘍との関連の可能性の問題を未解決のままにすることになる。

### **生殖機能の問題について**

理学療法士によるマイクロ波等を使用した治療については多くの研究がなされている。しかしながら暴露評価が難しく、実際のところこれらの問題のため明らかな健康障害を認めるものは確認できなかった。

### **心疾患についての研究**

いくつかの研究では不明確な暴露評価ではあるが、循環器系に影響を与えるとの報告があった。加えてレーダー作業員、パイロット、ラジオ番組製作者、電力会社の労働者などの研究で考慮すべき症状がでたとの研究があった。Hamburgerらの報告によると、より強いマイクロ波等を受けるとオッズ比が

2 - 3 になるとのことであった。Groves らや Morgan らは標準化死亡比が 1 を下回っており、暴露による入院の増加や能力低下は認められなかったと報告している。結局のところ、電磁波と心疾患の間にはほとんど関連性が認められなかった。

### 白内障についての研究

電磁波暴露により白内障の増加する潜在的な可能性があるが、疫学的研究は限られている。Cleary らはレーダー作業者の白内障については研究したがオッズ比に有意差を認めなかった。いくつかの疫学研究があるが、これらの研究は暴露評価と非暴露者の選定といったデザインに限界がある。因果関係をはっきりさせるために広範な研究が必要である。

### 今回レビューによる勧告

現在得られている疫学的研究結果では、EMF 暴露と健康影響についてのコンセンサスをえられる確立されたエビデンスは認められない。一方、多くの研究はあまりに欠陥が多く、関連を否定することもできない。すべての研究のキーとなるものは暴露の評価の質である。EMF を用いる新しい技術の急速な増加にもかかわらず、これらの EMF の発生源による人間に対する暴露や異なる装置の相対的な重要性は知られていない。現在進行中の研究は暴露レベルの評価に対して検討を行っており、暴露評価の妥当性については改善している。将来の研究においても重要なことは個人暴露の測定法である。理想的には暴露量は外部のフィールドのみならず累積の暴露量で評価されるべきである。そして個々の機器による暴露の特徴、暴露のレベル、人々の居住地など持つ情報を統合させていく必要がある。基地局から発生するラジオ波などの影響については非常に可能性は低いが、それでもなお多くの人に関心を持っている。現在のところこれを説明する十分な入手可能な研究はない。一方、よくデザインされた研究の結果は社会的な関心に対して応えることのできる大きな価値を持つ。多くの研究は白血病及び脳腫瘍についてのものであるが、今後は眼科的疾患や神経変性疾患、生殖機能などの評価が必要であろう。

## 6.まとめ

今回のレビューした文献はこれまでにまとめた文献レビュー以降に、新たに報告されたものを主体とした。報告の内容については電磁波による健康影響については否定的なもの、肯定的なものが混在していた。今後、暴露評価というものは非常に困難であると思われるが、今後の研究においては Job Exposure Matrix を用いるなどして暴露評価の標準化に重点を置いた研究がなされることが期待される。

## 参考文献

1. Christoffer Johansen, Maria Feychting, Morgens Moller, Per Arnsbo, Anders Ahlbom, Jorgen H.Olsen : Risk of Severe Cardiac Arrhythmia in Male Utility Workers: A Nationwide Danish Cohort Study. *Am J Epidemiol.* 2002 156:857-861
2. Suleyman Dasdag , Cemil Sert , Zullkuf Akdag , Sabri Batum : Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Hematologic and Immunologic Parameters in Welders *Archives of Medical Research* 2002 33:29-32
3. Niclas Hakansson , Per Gustavsson, Antonio Sastre, Birgitta Floderus : Occupational Exposure to Extremely Low Frequency magnetic Fields and Mortality from Cardiovascular Disease. *Am J Epidemiol.* 2003 158:534-542
4. Martin Roosli, Mirjana Moser, Yvonne Baldinini, Martin meier, Charlotte Braun-Fahrlander: Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure - a questionnaire survey *International Journal of Hygiene and Environmental Health:* 2004 207:141-150
5. Chengxuan Qiu, Laura Fratiglioni, Antia Karp, Bengt Winblad, Tom Bellander: Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Alzheimer's Disease: *Epidemiology:* 2004 15:687-694
6. Kabat GC; O'Leary ES; Schoenfeld ER; Greene JM; Grimson R; Henderson K; Kaune WT; Gammon MD; Britton JA; Teitelbaum SL; Neugut AI; Leske MC: Electric blanket use and breast cancer on Long Island: *Epidemiology:* 2003 14:514-520
7. Kliukiene J; Tynes T; Andersen A : Follow-up of radio and telegraph operators with to electromagnetic fields and risk of breast cancer : *European Journal of Cancer Prevention:* 2003 12:301-307
8. Brain, Joseph D. Kavet, Robert McCormick, David L. Poole, Charles Silverman, Lewis B. Smith, Thomas J Valberg, Peter A. Van Etten, R.A. Weaver, James C: Childhood Leukemia: Electric and Magnetic Fields as Possible Risk Factors: *Environmental health Perspective:* 2003 111:962-970
9. Li CY; Sung FC: Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review. *American journal of industrial medicine.* 2003 43:212-220
10. Ahlbom A; Feychting M; Gustavsson A; Hallqvist J; Johansen C; Kheifets L; Olsen JH: Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence: *Epidemiology* 2004 Jul 15:403-408
11. Christoffer Johansen: Electromagnetic Fields and Health effects - epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease: *Scandinavian journal of work, environment & health.* 2004 30:suppl 1:1-30
12. Ahlbom A, Green A, Kheifets L, Savitz D, Swerdlow A; *Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency Exposure: Environ Health Perspect.* 2004 Dec;112(17):1741-54.



表1 検討対象論文

文献番号	著者	発表年	タイトル	着目疾患	研究方法
1	Christoffer Johansen et al	2002	Risk of Severe Cardiac Arrhythmia in Male Utility Workers: A Nationwide Danish Cohort Study	致命的な不整脈	後ろ向きコホート研究
2	Suleyman Dasdag et al	2002	Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Hematologic and Immunologic Parameters in Welders	血液検査のパラメーター	症例対照研究
3	Niclas Hakansson et al	2003	Occupational Exposure to Extremely Low Frequency magnetic Fields and Mortality from	心疾患による死亡	後ろ向きコホート研究
4	Martin Roosli et al	2004	Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure - a questionnaire survey	各種身体症状	横断研究
5	Chengxuan Qiu et al	2004	Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Alzheimer's Disease	アルツハイマー病及び痴呆症	後ろ向きコホート研究
6	Kabat GC et al	2003	Electric blanket use and breast cancer on Long Island	乳癌	後ろ向きコホート研究
7	Kliukiene J et al	2003	Follow-up of radio and telegraph operators with exposure to electromagnetic fields and risk of breast cancer	乳癌	後ろ向きコホート及びコホート内症例対照研究
8	Brain Joseph et al	2003	Childhood Leukemia: Electric and Magnetic Fields as Possible Risk Factors	小児白血病	レビュー
9	Li CY et al	2003	Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review.	筋萎縮性側索硬化症 (ALS)	レビュー
10	Ahlbom A et al	2004	Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence	虚血性心疾患	レビュー
11	Christoffer Johansen	2004	Electromagnetic Fields and Health effects	各種疾患	後ろ向きコホート研究

参考資料

文献番号	1
題名	Risk of Severe Cardiac Arrhythmia in Male Utility Workers: A Nationwide Danish Cohort Study
著者	Christoffer Johansen, Maria Feychting, Mogens Moller, Per Arnsbo, Anders Ahlbom, Jorgen H.Olsen
所属機関	Institute of Cancer Epidemiology, Danish Cancer Society, DK-2100 Copenhagen, Denmark
収監誌名	Am J Epidemiol
掲載巻・号	2002 156:857-861
目的	デンマークの電力系企業に勤務する従業員の50Hz電磁波曝露に際する心疾患の発生をペースメーカーの植え込み手術数にて評価した。
研究方法	後ろ向きコホート研究
対象集団	1900年より1992年の間に99の電力系の会社に勤めていた24056人の男性従業員。また、ペースメーカーの植え込み術数は1982年から2000年の間にDanish Pacemaker Resisterに登録された人を対象とした。Danish Pacemaker Resisterでは1982年よりデンマークでのペースメーカー植え込み手術施行例を全て把握している。
曝露評価	時間加重平均によるjob exposure matrix(JEM)を作成して、それぞれの職場における曝露を評価した。25の仕事の内容と19の職場エリアにわけ、区別した。総数で475の区分にわけ業務時の50Hz電磁波の曝露にわけた最終的に3つのカテゴリーに分けた。0.09 $\mu$ T以下、0.1 - 0.99 $\mu$ T以下、1.0 $\mu$ T以上およびカテゴリー化不能に分けた。また、就業年数についても0 - 9年、10 - 19年、20年以上に分けた。
着目疾患	ペースメーカを必要とする重症不整脈の発生率
統計手法	複合ポアソン回帰を用いた相対危険度
関連性	全体としてペースメーカー植え込み術を行った人数は135人であり、期待数は140人であった。(相対危険度0.96;95%CI:0.81 - 1.14)。もっとも相対危険度が高いペースメーカー植え込み術を行った群は就業年数をもっとも短く、曝露不明群であった(相対危険度2.60;95%CI:0.3 - 9.4)。明らかな量反応関係は認められなかった。年齢、就業年数、EMF曝露を共変量としたポアソン回帰分析でも曝露カテゴリーの差は認めなかった。
結果	重症不整脈とEMF曝露との関連については明らかな影響はなかった。全体としてはペースメーカー植え込み術を行った人数は135人であり、期待数は140人であった。(相対危険度0.96;95%CI:0.81 - 1.14)。ポアソン回帰分析についてもバックグラウンド、低曝露群、中曝露群、高曝露群全てにおいて有意差を認めなかった。結論としてEMF曝露の有無、EMF曝露量については危険性の増加の傾向は認められなかった。
評価・判断	今回の結果はデンマークの全てのペースメーカー植え込み術を行った人を対象にしており有益性が高いと思われる。しかし、健康労働者効果がある、心疾患になると継続的に勤務することが難しくなる、曝露の評価に限界がある、タバコ、体重などのその他のリスクファクターの評価を行っていないなどの問題点が考えられる。

文献番号	2
題名	Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Hematologic and Immuologic Parameters in Welders
著者	Suleyman Dasdag ,Cemil Sert ,Zullkuf Akdag ,Sabri Batum
所属機関	Departments of Biophysics and Hematology,Medical School of Dicle University,Diyarbakir, Turkey
収監誌名	Archives of Medical Research
掲載巻・号	2002 33:29-32
目的	電磁場に曝露されていると思われる溶接工に対する血液マーカーの変動を一般人と比較した。
研究方法	症例対照研究
対象集団	対象集団は20歳から40歳までの男性で同じ地域に住み、同様の生活習慣を持っている人である。症例は16人の溶接工であり、10年以上溶接工の仕事をしている人である。対象は14人の健康な成人男性。タバコを吸わず及びコーヒーは飲まない人である。また研究の間は電気髭剃り器やヘアードライヤーを使わなかった。
曝露評価	ELF - MF曝露の測定は作業場所にて作業者によってなされた。測定機器は10 $\mu$ T 2Tまで測定できた。
着目疾患	RBC、WBC、Hb、Ht、Plt、白血球分画、CD3、CD4、CD8、CD4/CD8の変化
統計手法	Mann-Whitney U検定
関連性	Ht以外においては有意差を認めなかった。Htについても溶接工のほうが高くなっており、溶接工が貧血が多いとはいえなかった。血液マーカーについてはCD3、CD4/CD8は有意差を認めなかった。CD4、CD8については溶接工のほうが一般健常人より低くなっていた。
結果	血液学的測定結果についてはヘマトクリットにおいて有意差を認めた。ヘマトクリットはコントロール群で40.5 $\pm$ 1.70%、曝露群では43.5 $\pm$ 3.9であった。また免疫学的測定結果はCD4、CD8で有意差を認めた。CD4はコントロール群で68 $\pm$ 6.26、曝露群では53.7 $\pm$ 6.51であった。CDはコントロール群で31.61 $\pm$ 4.82、曝露群では27.78 $\pm$ 3.92であった。
評価・判断	動物実験では慢性のEMF曝露では120日までは変化がなかった。ヘマトクリットの上昇は正常範囲内であった。また免疫学的検査結果も今回の結果は臨床的には問題がないと思われる。

文献番号	3
題名	Occupational Exposure to Extremely Low Frequency magnetic Fields and Mortality from Cardiovascular Disease
著者	Niclas Hakansson ,Per Gustavsson, Antonio Sastre, Birgitta Floderus
所属機関	Institute of Environmental Medicine ,Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden
収監誌名	Am J Epidemiol
掲載巻・号	2003 158:534-542
目的	ELF-MFと心疾患による死亡の関連について調査した。
研究方法	後ろ向きコホート研究
対象集団	スウェーデンで生まれた1886-1925年に生まれた双子総計21,884人と1926-1958年に生まれた双子総計36,584人のうち1967年および1973年に質問票に答えた総計27,790人の同じ性別の双子を対象とした。そのうち学生、ハウスキーパーなど既存のJEMのない職種については除外した。最終的に男性16,680人、女性11,110人であり。総計613,133・人年の観察となった。
曝露評価	大まかに100の職種にわけ、少なくとも4箇所でフルタイムの線量を測定し、最終的に1000以上の測定を行いJEMを作成した以前の論文を使用した。また、対象者数が増加したためまれな職業については曝露を測定した。職業カテゴリーは0.1 $\mu$ T未満(バックグラウンド)、0.1 - 0.19 $\mu$ T(低曝露群)、0.2 - 0.29 $\mu$ T(中曝露群)、0.3 $\mu$ T以上(高曝露群)に分けた。
着目疾患	心疾患による死亡
統計手法	コックス回帰直線による相対危険度の測定
関連性	明らかな死亡率の増加は認められなかった。AMIについてはわずかながら相対危険度の増加を認め、信頼区間は広がったが曝露量が増加するごとに相対危険度が増加する関係を認めた。一卵性双生児の遺伝的な感受性をみるsynergy indexは有意に増加していた。
結果	死亡率については曝露群で増加していなかった。低曝露群、中曝露群、高曝露群においてそれぞれの相対危険度は0.95(95%CI: 0.87 - 1.04)、0.98(0.89 - 1.09)、0.98(0.87 - 1.09)であった。男性、女性の全ての4つのカテゴリーにおいて有意差を認める死亡の増加は認めなかった。急性心筋梗塞については中曝露群の相対危険度が1.10、高曝露群の相対危険度は1.31、p値は0.02であり、曝露量の増加とともに心筋梗塞の発生の頻度の増加が認められた。不整脈については量反応関係は認められなかった。急性心筋梗塞以外の虚血性心疾患については曝露群に危険性の増加を認めなかった。むしろ相対危険度は減少していた。動脈硬化性疾患については動脈硬化性疾患については相対危険度はほとんど変わらなかった。また、遺伝子特異性については低曝露群においては認められなかったが、ELF曝露の認められない場所については強い影響が認められた。
評価・判断	心疾患ではサバイバーエフェクトがでる可能性が強いこと、社会経済的な影響を考慮していないこと、個人曝露を測定していないため実際の曝露とは異なる可能性がある。

文献番号	4
題名	Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure - a questionnaire survey
著者	Martin Roosli, Mirjana Moser, Yvonne Baldinini, Martin meier, Charlotte Braun-Fahrlander
所属機関	Institute of Social and Preventive Medicine, University of Basel, Basel, Switzerland
収監誌名	International Journal of Hygiene and Environmental Health
掲載巻・号	2004 207:141-150
目的	曝露を受けたと思っている人々がどのような症状を自覚しているかを調査し、今後の啓蒙に役立てる。
研究方法	横断研究
対象集団	スウェーデンの曝露を受けたと思っている人で1年間の間に質問紙票を返却した429人である。平均年齢は51歳で57%が女性である。394人より症状があるとの報告を受け取った。有訴者の平均年齢は51歳であり、57%が女性であった。スウェーデンの一般人と比べて有訴者は年齢が高く、高い教育を受けており、また結婚している傾向があった。平均2.7の症状を訴えており、睡眠障害(58%)、頭痛(41%)、神経質(19%)、疲労感(18%)、集中力低下(16%)であった。有訴者が曝露されて症状が出ていると思うものについては携帯電話基地局(74%)、携帯電話(36%)、コードレス電話(29%)、電力線(27%)であった。特定の地域での特定の症状については特に訴えがなかった。彼らの症状は反応が余りよくなかったため、地方公共団体に相談した。一方、自助グループなどの設立を期待された。もし可能であるが曝露を避けることである。コードレスやインドアの装置についてはより効果的な判断をすべきである。
曝露評価	質問紙票による自己評価。
着目疾患	各身体症状
統計手法	2乗検定
関連性	429人のうち394人に何らかの心身症状を得ることができた。有訴者は家庭で症状を感じる事が多く、何らかの誘因が働いていると考えられるが、不眠症、不安などの症状が多く、正確な知識がないことがこのような症状を引き起こしている可能性が高い。
結果	394人に何らかの症状を認めた。残った35人から7人は携帯学校にある電話基地局に反対していた。6人は新しい基地局による健康影響について不安を持っており、22人は質問票の答えが不明確であった。最終的に114の健康への症状があった。これらを47の異なる症状に要約した。最も多い症状の方は5つであった。平均すると2.7つの症状があった。睡眠障害(58%)、頭痛(41%)、神経質(19%)、疲労感(18%)、集中力低下(16%)が多かった。彼らの多くは症状は家で経験するといっている。時折職場といった他の場所でも症状は出るようである。たった10%の人のみが生活場所以外の場所でそのような症状を認めている。症状は数分間続く方が53%であった。数時間という方が21%であった。また数日という方は17%であった。52%の有訴者は2年以内に症状は治まり71%は3年以内であった。たった7%が10年以上続いているとのことである。ただし睡眠障害はかなり多くの方が4年以上続いている。またたいていの有訴者は自分の症状が重症であるといっていた。
評価・判断	今回の調査は曝露に関係なく、EMFによると思っている症状を挙げてもらったものである。実際の曝露とは関係がない。このような症状を訴える人には教育レベルが高い人に多い( $p < 0.01$ )ことから十分な啓蒙を行っていく必要があると思われる。また、60歳以上の人と40歳以下の人では訴えが異なっており、高齢者には疲労感などの訴えが多い。これは年齢による身体機能の低下も考慮される必要がある。

文献番号	5
題名	Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Alzheimer's Disease
著者	Chengxuan Qiu,Laura Fratiglioni,Antia Karp, Bengt Winblad, Tom Bellander
所属機関	Aging Research Center ,Division of Geriatric Epidemiology and Medicine,Department of Neurotec,Karolinska Institutet and the Stockholm,Sweden.
収録誌名	Epidemiology
掲載巻・号	2004 15:687-694
目的	ELF-MFの曝露によるアルツハイマー病の発生の関連を調べる。
研究方法	後ろ向きコホート研究
対象集団	Kongsholmen projectというコホート研究の中より参加者を募り、研究の対象とした。1987年時点で75歳以上の1,810人のうち、参加に同意し、痴呆がない人1,473人を最初の対象者とした。
曝露評価	Occupational Hygienistよりよく訓練された看護師により職業歴の聴取が行われた。普通はもっとも近親のものによって行われた。聴取内容は少なくとも6ヶ月以上働いた会社名、仕事名、仕事の期間、仕事内容であった。曝露の推定はOccupational Hygienistにより仕事以外の本人の情報が与えられないままJEMを用い行われた。JEMに無い職業については曝露の測定を直接行った。男性は0.1から1.9 $\mu$ T、女性は0.1から0.89 $\mu$ Tの曝露であった。
着目疾患	痴呆症及びアルツハイマー病
統計手法	ロジスティック回帰分析による相対危険度
関連性	4,366人年(平均8.3年)の観察の中で、265人が痴呆症と診断された。そのうち202人がアルツハイマー病を持っていた。全体としては痴呆症の相対危険度は高くなっていなかった。しかしながら最初の職業にによる曝露を考慮した0.2 $\mu$ T以上の曝露を受けた群は男性では痴呆症(RR2.0 95%CI: 1.1 3.7、アルツハイマー病(RR2.4 95%CI:1.1 5.2)の相対危険度が高くなっていた。一方女性では危険性の増加は無かった。また、生涯の平均曝露量を基に算出した相対危険度は男性の0.21 $\mu$ Tより多い曝露を受けた群においてアルツハイマー病の相対危険度が高くなっていた。(RR2.5 95%CI:1.1 - 5.6)
結果	1991年から1993年までの1回目のフォローアップの職業歴の聴取の時点で172人が脱落し、218人が職業歴の聴取を拒否した。152人は亡くなっていたり、情報を得ることができなくなり、対象者は931人となった。そのうち770人は検査を行い、143人を痴呆と診断し、112人をアルツハイマー病と診断した。また、161人は亡くなっており、そのうち11人は痴呆症であった。アルツハイマー病は3人であった2回目のフォローアップでは1人は脱落したが626人のうち500人を検査し、99人を痴呆症と診断し、78人をアルツハイマー病と診断した。また亡くなった126人のうち12人が痴呆症であり、9人がアルツハイマー病であった。
評価・判断	専門家による指導を受けた聴取者によるインタビューを行い、曝露についてもJEM及び未知の職業については直接曝露測定を行ったことは評価できる。しかし、職業歴は情報提供者により過去にさかのぼり聴取したこと、JEMが男性を元に作っていることが多く、女性の曝露評価としては不適かもしれないこと、居住地のバイアスをコントロールできなかったこと、嗜好やその他に行っていた仕事についての曝露について除外できないことは限界がある。

文献番号	7
題名	Follow-up of radio and telegraph operators with exposure to electromagnetic fields and risk of breast cancer
著者	Kliukiene J; Tynes T; Andersen A
所属機関	The Cancer Registry of Norway ,Institute of Population-based Cancer Research, Montebello, Oslo, Norway
収監誌名	European Journal of Cancer Prevention
掲載巻・号	2003 12:301-307
目的	乳がんとの関連を調べる。
研究方法	後ろ向きコホート研究、コホート内症例対照研究
対象集団	1920年より1980年までNorwegian Telecomの電信受付係として働いていた2619人の女性を対象としてコホート研究を行った。1961年より2002年までに99人の乳癌患者が発生した。これらの99人の症例に4人の対照を設定し、コホート内症例対照研究を行った。
曝露評価	以前に作られたJEM(Tynes et al.1996)を利用して、オペレーターの曝露のランクを評価した。それを基にオペレーターの曝露を評価した。
着目疾患	乳癌
統計手法	標準化発生比
関連性	今回の研究では電信受付係における乳癌の標準化発生比が高くなっていた。しかし、曝露の累積に伴う発生頻度の増加は認められなかった。
結果	コホート研究は全体で81,044・人年の観察となり、50歳未満は60,380・人年、50歳以上は20,664・人年の観察となった。結果は1961年から2002年までの間に99人の症例が発生した。全体、50歳未満、50歳以上のそれぞれの標準化発生比は1.30、1.35、1.26であり、全体の発生率の95%信頼区間は1.05 - 1.58であり、有意差を認めた。その他は有意差を認めなかった。全ての症例におけるオッズ比は1.43(95% CI: 0.74 - 2.74)であり有意差を認めなかった。また診断前に全ての曝露、10年間の曝露を受けたもの、20年間の曝露を受けたものをそれぞれ50歳以下と50歳未満にわけ比較したが、全ての曝露においては曝露量が増加するごとにオッズ比が増加していた。
評価・判断	今回は曝露評価をJEMにて行っており、直接測定はしていない。またラジオ波とEMFとの異なる周波数の曝露が考えられる。そのため曝露評価については注意をして見ておく必要がある。しかも累積の曝露評価による乳癌発生の増加は認められなかった。そのため累積のEMF曝露による乳癌発生頻度は多くならないのかもしれない。

文献番号	8
題名	Childhood Leukemia: Electric and Magnetic Fields as Possible Risk Factors
著者	Brain, Joseph D.Kavet, Robert McCormick, David L. Poole, Charles Silverman, Lewis B..Smith, Thomas J Valberg, Peter A.. Van Etten,R.A. Weaver, James C.
所属機関	Department of Enviromental Health, Harvard Scool of Public Health,Boston,Massachusettus,USA
収監誌名	Environmental health Perspective
掲載巻・号	2003 111:962-970
目的	小児期の白血病とEMF曝露の関係のレビューを行った。
研究方法	レビュー
対象集団	住居の電磁界曝露と小児白血病の発生を調べた主要な論文のレビューを行った。また動物実験についてのまとめも行った。
曝露評価	対象とした論文では曝露源からの距離や電気製品の使用の有無、ワイヤーコードからの距離、曝露レベルの計算などから様々な方法で推定した。
着目疾患	小児白血病
統計手法	
関連性	典型的な居住区のEMF曝露ならばEMFによる影響は起こらないと考えられる。今回のレビューでは小児白血病の増加の可能性が示唆された。EMF曝露の測定については非常に難しいので解釈が難しいとしている。
結果	Greenlandらはアメリカの少ない対象ではEMF曝露と小児白血病との発生について関連を認めたと報告した。相対危険度は1.7(95%CI:1.2 - 2.3)であった。また、人口寄与危険度は3%(95%CI: -2% 8%以上)であった。Ahibmらの研究では0.4μTをカットオフ値にした場合、同様の結果であった。
評価・判断	動物実験でのデータでは血液腫瘍に対するEMF曝露に対するものは圧倒的に陰性となっているものが多い。疫学的調査においては標準的な曝露測定方法、曝露機会の判定などを決定することが難しく、因果関係ははっきりとしない。今後の疫学調査ではこの目的検討する必要がある。



文献番号	9
題名	Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review.
著者	Li CY; Sung FC
所属機関	Department of Public Health, College of Medicine, Fu-Jen Catholic University, Taipei Hsien < Taiwan Puburic of China
収監誌名	American journal of industrial medicine.
掲載巻・号	2003 43:212-220
目的	ALSとの関連を調べる。
研究方法	レビュー
対象論文	対象とした論文はMedlineにてOccupational hazardとALSについて言及した疫学調査に限った。
曝露評価	職業歴聴取によるJEMの作成や職場での直接測定、質問紙票による曝露頻度の聴取によるものが多かった。
着目疾患	ALS
統計手法	
関連性	10件の疫学調査論文より9件については中程度から強い相関を示したとしている。しかしこれらの研究のデータは一貫していない。また、EMFの直接測定をおこなっていないものも多く、実際の曝露の測定が難しい。また、職場における潜在的なALSのリスクファクターの評価を行っていないためはっきりとした評価は難しい。
結果	Deapenら(1986)は症例対照研究を行いオッズ比は3.8(95%CI:1.4 - 3.8)であった。Gunnarssonら(1991)は32人の症例対照研究を行い、オッズ比は1.5(0.9 - 2.6)であった。Gunnarssonら(1992)は電気工、溶接工、EMF曝露者に分け症例対照研究を行ったが電気工、溶接工にて有意差を認める増加を認めた。Schulteら(1996)は電話交換手、発電所操作員、電気修理工にわけALSの死亡比を求めたが、それぞれ増加していた。Stricklandらは症例対照研究で溶接工やはんだ工、電気会社社員にALSが有意に増加していたことを発表した。Davanipourら(1997)は20年以上の勤続労働者においてオッズ比が増加したと報告した。Savitzら(1998)は電気会社でもコホート研究において勤続年数が増加するごとに相対危険度の増加があると報告した。
評価・判断	今回のレビューで曝露の直接測定や電気ショックなどのバイアスについても今後の研究について考慮していく必要があると思われる。また選択バイアスや情報バイアスなどのバイアスの評価もしていく必要がある。

文献番号	10
題名	Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence
著者	Ahlbom A; Feychting M; Gustavsson A; Hallqvist J; Johansen C; Kheifets L; Olsen JH
所属機関	Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.
収監誌名	Epidemiology
掲載巻・号	2004 Jul 15:403-408
目的	EMF曝露が心筋梗塞を増加させるかを確かめる。
研究方法	症例対照研究
対象集団	急性心筋梗塞の症例対照研究であるSHEEP Studyの参加者のうち仕事の内容がわかっており、その仕事内容のJEMがわかっている症例595人、対照949人
曝露評価	症例は心筋梗塞発症1年前、5年前、10年前の職業歴の聴取によりJEMを使用し、曝露量を推定した。対象に関しては対応する時期の職業歴を聴取し、JEMにより曝露量を推定した。
着目疾患	急性心筋梗塞
統計手法	相対危険度
関連性	症例と対照の喫煙やコレステロール値などのその他のリスクファクターが大きく異なっていたため、相対危険度を調整して測定した。しかし、全ての曝露レベルにおいて有意な差は認められなかった。
結果	JEMから得た曝露レベルで3つにカテゴリー化したがいずれも相対危険度の増加は認められなかった。0.2 $\mu$ T以下では相対危険度は1.0、0.2-0.3 $\mu$ Tでは0.87、0.3 $\mu$ T以上では0.57であった。
評価・判断	JEMのない職業の人は除外したことは考慮されるべきである。また、ELFの曝露は評価が難しく、現在の職業でも例外ではない。今後の更なる曝露の評価が望まれる。また、今回の研究は今までの研究とは異なり、一つの陰性結果のデータとして評価できる。

文献番号	11
題名	Electromagnetic Fields and Health effects - epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease
著者	Christoffer Johansen
所属機関	Institute of Cancer Epidemiology ,The Danish Cancer Society,Copenhagen,Denmark
収監誌名	Scandinavian journal of work, environment & health.
掲載巻・号	2004 30:suppl 1:1-30
目的	ELFによる健康影響の調査を行うこと
研究方法	後ろ向きコホート研究
対象集団	1908年から1993年までの間に情報を提供された電力関係の会社に勤務していた38,067人。
曝露評価	エンジニアにより仕事名、仕事内容により評価し、仕事による平均的な曝露をバックグラウンド(0.09 $\mu$ T以下)、低曝露群(0.1 $\mu$ T - 0.29 $\mu$ T)、中曝露群(0.3 - 0.99 $\mu$ T)、高曝露群(1 $\mu$ T以上)、未知群の5つのカテゴリーに分類した。この曝露評価は6つの会社の129人により24時間の50HzのEMF曝露を測定した。
着目疾患	癌、神経変性疾患、不整脈
統計手法	標準化発生率、標準化死亡比、相対危険度
関連性	今回の結果は電磁波の曝露により明らかに増加する個別の疾患は認められなかった。
結果	若干ではあるが癌の発生率は上昇していた(SIR1.06;95%CI1.03 - 1.10)。また肺の空洞化(SIR3.2)、胆嚢癌(SIR1.5)、非メラノーマ皮膚癌(SIR1.2)、が男性の間で増加していた。また肺癌は男性(SIR1.1)、女性(SIR1.5)が増加を認めた。男性では白血病及び脳腫瘍の危険性は増加していなかった。女性では乳癌が上昇(SIR1.1)していたが、有意差を認めなかった。全ての癌において累積のELF-MF曝露といかなる癌との関連は認められなかった。神経変性疾患についてはバックグラウンドと比較して有意差を認める発生は無かった。ペースメーカー植え込み術を基にした不整脈の発生も曝露量による差は認められなかった。最終的に標準化死亡比にて有意差が認められた項目は総死亡、悪性新生物、電気事故による死亡であった。
評価・判断	選択バイアスの評価が必要であること、曝露群のクラスの分け方の問題、交絡因子の問題などあるが、非常に大きなコホート研究であり有意義であると思われる。今後の研究では曝露評価の改善、バイアスの除去などが問題になってくるとされる。