

た可能性を持っていた。加えて、きっかけとなった研究とその後の4つの研究は、全ての白血病タイプへの評価(1,21,22,24)から、子供の病気の中で最も一般的な型である急性リンパ性白血病のみの評価(23,24)まで、分類している白血病の種類に違いがあった。最も新しい米国の研究(23)は、ELF-EMF 曝露評価に関してその後の研究の中で最も大規模である。たとえば、この研究(23)が Wertheimer-Leeper のワイヤコードを白血病のリスクと比較し、メタ解析(1つの答えを得るために同様の研究を結合させる統計手法)では残りの研究(21,22,24)と結合され、関連性を否定する結果を示したとしても、結果は高曝露群と低曝露群を比較するとわずかな相関を示している。残りの3つの研究(21,22,24)のどれが欠けても、実質的にこの相関は減少する。最も厳正な研究計画をした追加研究を除くと、相関関係はもう存在しなくなる。もう一つの研究(25)は研究の限界のために、メタ解析に含まれなかった。この研究は、ワイヤコードの影響がないことを示していた。

4つの疫学研究(26-29)は、計算磁界を使った曝露評価をした。4つの研究全ては北欧で行われた。それら内の1つの研究だけは統計的に有意であり、3つの研究は、1つあるいはそれ以上の曝露群(26-28)で白血病のリスクの増加が認められる。4つの研究は人口登録簿に基づいており、対照の選択と参加率の両方に関して選択バイアスはかなり低い。4つの研究の主な限界は、全体的に症例の数が少ないことと、高曝露群の症例と対照の数が少ないことである。これらの研究の一般的傾向は、小さいけれどもリスクの増加を支持している。

スポット測定が磁界の曝露評価に使われた4つの研究は、残りの研究(21,22,26,31)より明らかに質が優れている。これら2つの研究(21,22)では、少なくとも1つ以上の曝露群でわずかに有意なリスク増加が認められた。そして他の2つの研究(26,31)ではリスクが見られなかった。全般的みてに、4つの研究を合わせる(30)と、スポット測定では、明らかな白血病リスクは見られない。

4つの研究は、曝露評価に24時間の測定磁界を用いた(22-24,31)。これらの研究は、3つの異なった小児白血病の分類、つまり急性リンパ性白血病(23,24)、急性白血病(31)、そして非リンパ性白血病を含む白血病を検証した。それらの研究のうち、3つの結果はより高曝露群での小児のリスク増加が見られた。2つの研究には、統計的有意差はなく(22,24)、最も規模の大きな研究では、多くの中から唯一の実験に基づくカテゴリーが統計的に有意であり(23)、そしてグループ分けによっては、4つ目の研究は統計的に有意であった(31)。最も規模の大きな研究(23)に関して報告されたデータは、著者が重要であると考えなかった曝露-反応関係を示唆している。この研究における量-反応関係は、複合的な曝露群をもった他の2つの研究とかなり違っていた(22,24)。合わせて評価すると、これらの研究の結果は、24時間測定磁界に基づいた曝露と小児白血病のわずかな増加傾向の間の相関を弱いながらも示している。

一つの研究(24)は、磁界と電界の両方を測定する48時間個人記録計を使って曝露を評価した。解析は全小児白血病と急性リンパ白血病について、別々になされた。デ

ータの一般的傾向は磁界（現在の磁界と診断の二年前の予測磁界）と電界ともに、関連を統計的に否定する結果を示した。個人曝露計を用いたこの研究は、ELF-EMF 曝露と小児白血病の関連を支持していない。

前述したいくつかの同じ研究もまた、電気器具の使用と小児白血病を調べた(22,32,33)。その結果は首尾一貫していない。

個々の疫学研究では、小児白血病と磁界曝露との関連の証拠を確信させるものはない。従って、リスクアセスメントを行う際に、専門家の判断に基づくデータと参考としてのメタ解析の査定に依らなければいけない。曝露測定の一つの方法について、反応パターンは曝露の増加とリスク増加との間に弱い関連性を示唆している。これらの研究では症例が少ないため、この関連をしっかりと証明するまでには至っていないが、弱いながらも限定的に関連性を正当化している。

他の2つの小児がんが、批評を正当化するため十分に研究されていた。初期の2つの研究は曝露測定(1,21)としてのワイヤコードを用いており、脳腫瘍のリスク上昇を評価した。ワイヤコード(34,35)と計算磁界(26・28,36)と測定磁界(35)を用いた後の研究は、この結果を支持出来なかった。ELF-EMF 曝露と小児リンパ腫の関連は、いくつかの疫学調査(1,21,26-28,36)で検討された。全ての研究において、信頼ある結論を導き出すには、高曝露群のリンパ腫の症例数は少なすぎる欠点があったが、これらのデータは、磁界曝露が小児の脳腫瘍やリンパ腫のリスクを増加させる可能性を否定している。

2-3-2-3.成人のがん

ELF-EMF の職業曝露の疫学報告は、居住曝露よりも重要な関心が高かった。旧ソ連での高電圧変電所における様々な健康問題についての報告は、当初電界に注目が集まった(37)。米国における最初の研究(38,39)は、ELF-EMF の職業曝露と様々な疾患についての100を越える疫学研究と共通点があった。曝露量の推定に、初期の研究では曝露を伴っていると仮定される仕事に従事する人について行われ、最近の研究では測定した電磁界を用いている。

磁界曝露と慢性リンパ球性白血病(40-44)の関連を評価している最近の研究結果は、まちまちである。米国の2つの研究(43,44)は、全く関連性を報告していないが、1つは(44)、死因(慢性リンパ球性白血病は、死因の診断を困惑させうるほど長い期間生存する)を識別するのに死亡診断書を用いている。残りの1つの研究(42)は、統計的に有意ではないがリスク増加を示し、2つのスカンジナビアの研究(40,41)は、1つかそれ以上の集団でリスクの有意な増加を示した。スカンジナビアの研究ではどちらも、曝露の増加と密接に関連してリスクが増加した。これらの研究はどれも制約条件があり、また研究計画や曝露の評価方法が研究によって異なるように、それらの制約条件も研究によって異なる。全てまとめると、これらの研究は磁界の職業曝露と慢性リンパ球性白血病との間に弱い関連性を示している。

これら同じ疫学研究では急性骨髄性白血病についても検討されている。これらの研究結果では十分な関連性を示唆するほどで

はない。

磁界曝露と他のがんと関連性も職業環境において検討された。脳腫瘍、乳がん(男女両方)、睾丸のがん、職業者の子孫におけるがん、リンパ腫、多発性骨髄腫、黒色腫、非ホジキンリンパ腫、甲状腺がん、および他の多くのがんが含まれている。脳腫瘍と ELF-EMF 曝露や、女性の乳がん、ELF-EMF 曝露の間の関連性には、いくつかの証拠が存在する。しかしながら、これらの関連性を評価している研究結果には、一貫性がなく、影響を支持するか反論するのには不十分な限られた解釈しかできない。残りのものについては、関連性を支持する証拠は否定的か、弱すぎて関係を正当化できない。

ELF-EMF の居住曝露にもとづく成人のがんのリスクは多くの研究で評価されている。居住曝露による白血病(全てのタイプおよびサブタイプであることがはっきりしている白血病)のリスクは、いくつかの最近の研究(40,45-50)で評価された。計算磁界による研究(40,47-50)は、研究された異なったサブタイプの白血病について異なった結果を示し、曝露区分の定義の違いによっても異なった結果を示した。特に、慢性リンパ球性白血病について分けて検討する(これは 2 つだけの研究で行われた)と、1 つの研究(40,48)はリスクの増加を全く示さず、もう 1 つ(48)は、累積曝露の増加に伴いかなり一貫した量-反応関係を示すという、一貫性のない結果であった。残りの研究は、ワイアコード(46)や測定磁界(46,48)を用いており、全くリスクの増加を示さなかった。これらのデータは、ELF-EMF 曝露と白血病の関連を評価するには不十分で

あった。特に、慢性リンパ球性白血病について、これは職業曝露研究において弱い関連を示したが、居住曝露研究では成人のがんについてははっきりしていない。

電気機器の使用と関連した白血病についてのリスクも、2 つの研究(45,51)において検討されている。これら研究結果には、一貫性がなく、電気機器の使用と白血病リスクの増加との間の関連性を支持していない。

居住環境での ELF-EMF 曝露に関連した男性および女性の乳がんのリスクについては、限られたデータがあるだけである。電気毛布の使用と乳がんのリスクとの間の、小さくて有意ではない関連性が、米国での 1 つの大きな研究(52)で観察されたが、もう 1 つ(53)では観察されなかった。どちらも曝露の継続時間との関連性について証拠を見出せなかった。これらの研究は、計算された磁界から求められる曝露(50,54,55)を用いているが、磁界曝露と乳がんのリスクの増加との関連性について全く確認出来なかった。これら研究者(40,47,48,50,55)は、ELF-EMF 曝露と脳腫瘍などの中枢神経系のがんについても研究したが、全く関連性は見られなかった。

成人の場合のがんと居住環境での磁界曝露との関連性は、いずれも肯定的な関連性を示さなかった。しかしながら、職業環境での ELF-EMF 曝露との関連性について弱い証拠を示している特定のがん、すなわち慢性リンパ球性白血病は居住環境では不十分な研究しかされなかった。したがって、全く関連性がないと結論づけることはできない。

2-3-2-4.人間のがん以外の知見

自然流産と ELF-EMF 曝露との関連を考慮したいくつかの研究がある。最近の職業者と居住者の研究はこの評価に焦点を当てている。最初の職業者の研究(56)では、関連性が見られなかった。2 番目の職業者の研究(57)では、高い磁界曝露で有意な関連が認められた。しかし反応率は極めて低く、特に症例においては結果を上昇させる方向に偏らされていた。妊娠喪失について 2 つの居住者集団の研究(58,59)がなされている。一つの研究(58)では、もっとも高い磁界区分でリスク増かが認められたが、中間の区分では認められなかった。他の研究(59)では、どの曝露区分においても関連はなかった。米国における慎重に計画された見込みある研究(60)において、測定磁界（個人曝露モニターも含む）と子宮内の成長や誕生時の体重や妊娠期間との関連は報告されなかった。

父親の曝露(62)が原因で発生する低出生体重(60,61)、子宮内での成長不良(60)、早産(61)および先天性異常(61)は職業上の ELF-EMF 曝露とは関係なかった。母親が受胎時期に温水ウォーターベッドや電気毛布を利用した場合に関する先天性異常リスクを 3 つの研究(63,65)で評価した。どの研究でも温水ウォーターベッドとの関連はみられなかったし、電気毛布の使用についても首尾一貫した結果は報告されなかった。

5 つの研究(66-70)で ELF-EMF の職業上曝露とアルツハイマー病の関連を検討した。5 つの研究のうち、1 つ以上の曝露グループにアルツハイマー病の増加がみられた。そのうち 4 つの研究(66-69)で統計学的に有意な増加が、1 つの研究(70)で統計学的に有意でない増加がみられた。これらの研

究には全て計画上の制限があり、これをもって ELF-EMF 曝露とアルツハイマー病の因果関係を述べるのは適切でない。2 つの研究(66,67)は死亡証明書の診断をもとにしている(アルツハイマー病は常に死亡証明書に記載されるわけではない)。別の 2 つの研究(68,69)では異なる患者グループと対照グループを用いた。対照グループにはアルツハイマー病以外の痴呆症患者も含まれ、代理人からの情報で患者の曝露を定義づけた。残りの 1 研究(70)を双生児のデータを使用し評価したが、これも制限が多かった。関連の可能性を説明するにはこれらのデータは十分でない。

磁界曝露と筋萎縮性側索硬化症との関連を 3 つの研究(66,71,72)において評価した。1 つ(71)は最も曝露線量の多かったグループでリスクが高くなることを示した。その他の 2 研究の結果は否定的なものであった。既知のリスク因子(感電や家族の筋萎縮性側索硬化症の病歴)に関する適切な調整ができなかったため、これらの研究を解釈するのは困難である。

自殺および鬱病に関して 3 つの職業関連の疫学研究(72-74)が実施された。これらの研究は ELF-EMF 曝露との関連を裏付けるものではない。

2 つの職業関連の研究(75,76)で磁界曝露の結果として心臓血管系に悪影響がでる可能性を評価した。最初の研究(75)では、広義の定義づけによる心血管疾患のグループ分けを行うことで、リスクの有意な低減がみられた。2 つ目の研究(76)では、電力会社 5 社のデータを調べた。この研究の契機となったのはもともと、ヒトを対象とした心拍数の変動性に関する臨床研究結果(77)

をもとにした生物学的仮説であったからである。この臨床研究は不整脈および急性心筋梗塞による死亡数の増加をみるために行ったものである。かなりの曝露従属指数との関連が報告されたが、これらの結果と同調する他の疫学的研究が不足しているため、心血管疾患と ELF-EMF 曝露に関連があるともなす決定的データとはなっていない。

主に 3 つの主要研究を通して、ヒトを対象とした ELF-EMF 曝露に関する臨床研究が実施された。研究には旧ソビエト連邦で電力会社の従業員を対象に 1960 年代に始まった一連の研究(37)、1970 年代にドイツで実施されたヒトの実験室実験(78,79)、1982 年に米国の中西部研究所(Midwest Research Institute)で開始されたヒトの実験室研究プログラム(80)が含まれる。ヒトを対象とした曝露実験専用の施設が設計され、オーストラリア(81)、カナダ(82)、英国(83)フランス(84)、ドイツ(78)、ニュージーランド(85)ロシア連邦(86)米国(87,88)に建設した。これらの施設の多くで現在ボランティアを対象に研究が行われている。

これらの実験室で相当数の臨床結果を評価した。強い磁界曝露でいくつかの影響例が報告されたが、強力な電界内で髪が逆立ったとか強力な磁界内で光の点滅を覚えたというような危険性で、ほとんど関連性を正当化するものではなかった。しかし、健康への影響に関連すると思われる多数の測定は行なわれた。中枢神経系は ELF-EMF との相互作用が起こり得る場所してまず研究対象となる部位の一つである。覚醒時の脳波の変化を研究した結果は全体として否定的で、特に送電線用周波数(79,80,86,89-94)の範囲内では ELF-EMF の影響はほと

んど、あるいは全くなかった。いくつかの研究(95-97)では ELF-EMF の曝露中に睡眠時間および睡眠効率の減少がみられた。これらの研究には全て欠陥があり(例えば採血をして被験者の邪魔をしたり、被験者が十分に実験室環境に適応していなかったり)、決定的なものとは言えない。

ELF-EMF 曝露作用の 1 つであるヒトの心拍数の変化は 2 つのカテゴリーに分けられる。1 分毎の心拍数の変化と変動性(心拍数変動性)の変化である。2 つの研究グループが ELF-EMF 曝露後の脈拍数変化を報告している(80,91-93,98,99)。5 つの臨床研究(80,91-93,99)は全て同一実験室で行ったもので、少なくとも 1 つの曝露グループに脈拍数の減少がみられた。しかし、全て比較的強い電界・磁界の組み合わせ(各 6-12kV/m, 10-30 μ T)のものであった。残りの研究(98)は高圧電流送電線の下で行った実地試験であるが、影響は全く見られなかった。生物学的メカニズムは不明であり、その影響が非常に小さく曝露量が少ない場合、健康に対するリスクとはなりそうにない。

心拍数変動性に関する影響を追究した 3 つの研究を遡及分析により評価した(77)。心拍数変動性に多少の変化がみられたが、これは著者によると、循環器系の突然死リスクの増大を示唆している可能性があるとのことである。しかし、心拍数変動性減少が循環器系死亡リスク増大と関連があるとしても、健康な個人における一時的な変化がリスクとなるかはどうかは不明である。以上の研究結果は決定的なものではないが、前述した最近の疫学的研究結果(76)をみると、この分野でさらなる研究が必要に思わ

れる。

ELF-EMF 曝露によるがんの研究結果に関する可能なメカニズムには2つある。メラトニン(睡眠関連ホルモン)の変化、および免疫系の変化である。11の研究(81,84,96,100-106)で ELF-EMF 曝露により夜間のメラトニンレベルが変化する可能性を調査した。そのうち臨床研究(81,84,96,102,103)ではメラトニン減少の一定したパターンを実証できなかった(1つの研究ではすでにメラトニンレベルが低下している複数の男性にわずかに影響が見られ、また別の研究では夜間のメラトニンレベル上昇開始時における減少がみられた)。職業関連の研究(100,101,105,106)で、職場での曝露後(一般的にこの時のメラトニンレベルは低い)、メラトニン代謝産物の尿中排出(体内でのメラトニン低下の結果)における変化が報告されたが、夕方のメラトニンレベルに関する報告はない。ある住宅を対象とした研究(104)では、曝露量に関連して有意のメラトニンレベルの低下がみられたが、これは寝室で測定した電磁界と関係があった。しかし、その他の測定値(例:ワイヤーコード、および合計72時間にわたる曝露レベル)とは関係なかった。まとめると、これらの研究は ELF-EMF 曝露による人体内のメラトニンレベル変化をほとんど裏付けるものではない。その他、テストステロン、甲状腺ホルモン、数種のストレスホルモンなど多数のホルモンに関する研究も行われたが、ホルモンレベルに対する ELF-EMF 曝露の影響は全く認められなかった。

免疫系に対する ELF-EMF の影響に関する研究を行った実験室はほとんどなかった。

3つの研究(80,107,108)で免疫系への ELF-EMF 曝露の影響を調査したが、結果は全て否定的であった。

最後に、ELF-EMF 曝露が原因と思われる気分の変化や過敏症に関する多数の事例が報告されている(生理学的反応、睡眠障害、疲労、頭痛、集中力の喪失、めまい、眼精疲労、皮膚症状として現れる)。これらは一般的に断続的な症状であるらしく、臨床的に研究するのは困難である。慎重に計画した研究(109-113)をいくつか実施し、上記の症状を持つ個人の ELF-EMF に対する反応を評価した。対照電界(<10V/m)に比べて強い周囲電界(>31V/m)で曝露した場合皮膚に発疹が出始める事例が増加したという研究報告(112)を除けば、研究結果は全体的に否定的であった。これらのデータは ELF-EMF と過敏症との関連を裏付けるには不十分である。

2-4. 結論と提言

所長報告書の要約(2-2.)で NIEHS の結論を紹介したが、最終的な結論と提言が報告書の最後 35-40 ページに記載されているので、これも紹介したい。

2-4-1. NIEHS の結論

EMF-RAPID プログラムにおける ELF-EMF に関する健康影響評価の一部として、30人の科学者からなる国際パネルが1998年6月に開催され、ELF-EMF の科学的証拠の重大性についてレビューと評価を行った(12)。国際がん研究機関(IARC)の分類を用い、ELF-EMF が「発がん性(known human carcinogen)」あるいは「おそらく発がん性(probable human carcinogen)」

と分類した作業部会メンバーは一人もいなかった。しかしながら、大多数の作業部会メンバー(19/28 投票者)は、送電線の周波数の ELF-EMF が「発がん性の可能性が有る(possible human carcinogen)」と結論した。この決定の大きな拠りどころは、「居住環境での曝露において小児白血病のリスク増加、および職業環境での曝露に関する慢性リンパ球性白血病の発生率増加について限られた証拠がある」ということだった。他のがんやがん以外の健康影響について、作業部会は、実験データははるかに弱い証拠を示しているもの、ELF-EMF 曝露の影響であることを支持しないものと分類した。

NIEHS が同意したのは、小児白血病や成人慢性リンパ球性白血病における関連性がランダムあるいはネガティブな知見として、簡単に棄却することができるものではないということである。動物実験やメカニズム研究においてポジティブな知見が得られなかったことは、その関連が実質的に ELF-EMF によるものであるという信頼を弱めているが、知見を完全に帳消しにするものではない。また、NIEHS は、他のがんおよびがん以外の健康影響については、いずれも保証すべきリスクとして十分でないという結論にも同意している。

いかなるリスク評価においても、究極の目標は曝露集団における病気の可能性を推定することである。一般的に、これには基本的な 3 つの関連性が含まれる。それらは、要因が疾病を引き起こす確かさ、曝露が疾病を引き起こすというメカニズム機構、そして曝露集団における研究である。NIEHS は ELF-EMF 曝露が真の健康への危険であるという確率は一般に小さいと信じている。

疫学研究による弱い関連、および実験室の研究で関連が支持されなかったことは、この要因による曝露が危険をもたらすことについて、外から科学的支持を与えるに過ぎない。

NIEHS は、曝露が白血病をもたらすかもしれないという弱い科学的証拠から、ELF-EMF 曝露が全く安全とは認められないと結論している。私たちは積極的な規制当局の心配を必要とするには知見が十分でないと考える。しかしながら、事実上、米国の全国民が電気を使用し、それゆえ日常的に ELF-EMF 曝露を受けていることから、一般公衆および規制下の社会の両方に関し、曝露低減方策に関する教育の継続など、受動的な施策が保証されるべきである。NIEHS は、他のがんやがん以外の健康影響について、一般的に心配を保證すべきリスクとして十分な証拠を提供しているとは考えない。

いくつかのグループは、ELF-EMF が病気を引き起こすという未証明の仮説に基づいて、総人口における小児白血病のリスクの特定を試みている(317-319)。もし、この仮説が正しいとすれば、信頼区間で 0% を含み、一般に平均で 5%-15% の小児白血病が ELF-EMF 曝露によって発生するという算出結果が示唆される。この仮説に基づき、最新のデータといくつかの異なる分析方法を用いて我々自身が評価したところ、これらのパーセンテージとは異ならなかった。米国において 15 才以下で白血病を患うリスクは約 0.05%(5/10,000 人)である(320)。この値から ELF-EMF(再び、リスクが現実にあるという仮定のもとで)による小児白血病の生涯リスクは、100,000 人

に 2.5-7.5 人である。年ベースでは、この条件付きリスクは生涯リスクに比べて約 15 倍小さく、年間 1,000,000 人あたり 2-6 人の症例増加となる。

国家毒性学プログラムでは日常的に、環境曝露によるヒトのがんリスクの程度について検討を行い、「発がん物質 (known human carcinogen)」および「発がんが合理的に予期される物質 (reasonably anticipated to be human carcinogen)」をリストにした「発がん物質に関する報告書 (Report on Carcinogens)」をまとめている。これまでの我々の知見では、ELF-EMF 曝露は「発がんが合理的に予期される物質 (reasonably anticipated to be human carcinogen)」として、「発がん物質に関する報告書 (Report on Carcinogens)」に載ることはないだろう。これは疫学研究の限定された証拠、および動物実験あるいは発がんのメカニズム研究で ELF-EMF 曝露の影響が見られなかったとする EMF-RAPID プログラムの知見に基づくものである。

2-4-2. NIEHS の提言

環境によるいかなる曝露に対する規制方策も、多面的で数多くの選択肢をもつものである。一般的には、規制方策がとられる時には、コントロールの種類は、危険要因の発生に関し設けられる場合と、危険に出くわすかもしれない個人にかけられる場合とがある。ELF-EMF の場合、いかなる規制方策についてもいくつかの問題点がある。第 1 に、ELF-EMF 曝露による健康危険について、周辺的な科学的支持しかない。第 2 に、仮に存在するとして、曝露のどの要因ががんのリスク増加に影響しているのか

明確でない。電磁界測定平均値と関連性が観察されたとしても、それらの電磁界レベルを低減する制御によってリスクが低減しないかも知れない。第 3 に、全ての ELF-EMF 曝露を取除いて、現代的で技術的な先進社会を保つことは不可能である。最後に、証拠が弱いことを勘案すれば、現在の電気を使用する方法の代替法による潜在的なリスクを慎重に評価することが非常に重要である。

この ELF-EMF のレビューによって促された規制方策は NIEHS の関心の範囲外である。省庁間委員会 (IAC) は研究プログラムとデータ・レビュー作業のすべてに関与してきた。IAC を構成する省庁は、NIEHS よりも ELF-EMF 曝露の緩和に関して豊富な経験と知識を有している専門家を採用している。しかしながら、ここで述べた証拠の強さについて、当局に対して明らかな文章で記載することが重要である。したがって、NIEHS は将来的な規制方策について、以下の提言を行う。

NIEHS は ELF-EMF 曝露の健康危険を支持する証拠のレベルと強さについて、積極的な規制方策を保証するには不十分であり、それゆえ、電化製品に対する厳重な基準導入や送電線・配電線を地中化する国家プログラムなどの方策は提案しない。代わりに、公的および規制下社会の両方における曝露低減方策に関する教育の継続など、受動的な対策を提案する。NIEHS は電力会社が現在の活動を継続して、曝露を低減するよう送電線の立地や、新しい危険を発生することなく、送電線・配電線の周りの電磁界発生を低減する方策の調査を継続することを提案する。また、感電や火災など

他のリスクを増加せずに、近所の配電線からの曝露を低減する技術を奨励する。

個々の居住者の曝露は、特定の特徴と関係している。主な原因は不適切な接地および結線であるが、一般的な電気規則に基づき適切に措置すれば曝露が緩和、低減される。また、古い家では周囲の曝露が高いことがあるが、ケースバイケースで評価しなければならない。アメリカの電力会社の多くは顧客の住居で電磁界測定を行い、発生源を特定することに協力するであろうが、我々はこうした活動の継続を奨励する。最後に、NIEHS は家庭用および業務用電化製品の製造者に対し、最低限のコストで電磁界を低減する方策について考えることを勧める。このリスクは電化製品の主要かつ高額な設計変更を正当化するものではないが、曝露低減のために低コストな改善は認められるべきと我々は思う。

職業によっては高い曝露が認められた。NIEHS は国立職業安全研究所(National Institute for Occupational Safety)および職業安全保健局(Occupational Safety and Health Administration)に知見をレビューし、現行の職業曝露が適切かどうか注意深く評価することを勧める。

まとめとして、NIEHS は ELF-EMF 曝露によって起こりうる健康影響に関して弱い証拠が存在すると考え、この考えを覆す強力な証拠が得られるまで、低額で安全な曝露の低減を勧める。

2-4-3. 更なる研究

NIEHS は、人々に関心のある我々の環境曝露に対する仮説を推進する研究のサポートを委任された。ELF-EMF への曝露は

例外ではない。ELF-EMF は至る所に存在し、電磁技術は我々の社会において、ますます利用されているため、これらの曝露は継続的にモニターしていく必要がある。

ELF-EMF の特性と生物システムへの相互作用の可能性は、何十年間に亘り調査されてきた。EMF RAPID プログラムは、質の高い仮説に基づく研究のサポートを通じ、ELF-EMF に関する科学的知見に非常に貢献した。いくつかの質問には答えられた一方、その他は残っている。EMF RAPID プログラムにて明らかにされた基本知見を確立するため、注意深く計画され、仮説を推進する検討を通じ、ELF-EMF に対する価値ある研究が、白血病を含めた重要な研究分野で継続されるべきである。NIEHS はこの分野の研究を支持し続けるつもりである。しかしながら、ある分野の研究は注意を要する。

ELF-EMF への曝露と小児白血病に関して進行中の様々な疫学研究があり、この問題を明らかにする手助けとなるかもしれない。ある独自の方法で、従来の研究と異なった新しい仮説を試すことができるのであれば、ELF-EMF に関する新しい疫学研究は必要ではない。メカニズムや小児白血病と成人の慢性リンパ球性白血病の原因についてはほとんどまったく知られていない。米国健康研究所を含めた数多くの政府機関には、これらの疾病について、より理解することを目的としたこれらの分野のプログラムを推進している。危険因子が見極められた時、これらの危険因子が、この書類で報告された調査結果を低減または強化するかどうかを判断するため、我々は ELF-EMF の疫学データの再解析を強く推奨す

る。現在、入手できる研究は新たに発見された危険因子について十分に示すことができていないので、NIEHS は新たな研究を推奨する。

神経変性後退病や心臓血管系の病気を含む様々ながん以外の健康分野が、国民の関心事になってきた。しかし、それらの病気に対して、ELF-EMF への曝露が影響を及ぼしているかどうかを十分に評価した高品質な研究は少ない。予備的研究では、ELF-EMF への曝露が不整脈や急性心筋梗塞による心臓血管系の死亡に関係しているかもしれないと示唆している。もしそれが本当であれば、そうした影響に対するメカニズムは分からないが、おそらく、心臓機能の自律神経系の調節に磁界曝露が影響を与えることで引き起こされていると思われる。また、様々な調査研究が、職業上の ELF-EMF への曝露と神経変性後退病やアルツハイマー病との間の関連性を示唆してきた。これらの研究の結論に基づくデータは、それらの関係を説明するには不十分である。これらの分野の調査は、疫学、実験室研究、メカニズム研究を含む全ての面をカバーすべきである。

遺伝子操作により形質転換させられた乳がん細胞の予備的研究では、ELF-EMF への曝露が細胞増殖の調整に関して、メラトニンとタモキシフェンに影響を及ぼすことが示唆されている。この ELF-EMF による影響は、環境中で遭遇すると思われる磁界曝露レベルで起こるようである。その他の様々な研究室では、国内会議において同様な未発表の知見をしてきた。人の健康に対するこれらの発見の重要性は確かでないが、乳がんの発現という重要性を考慮すると、

この分野は、更なる研究が必要である。

ELF-EMF の生物物理的現象を評価するための生物学的に現実性を持つ数学モデル、およびこれら数学モデルの妥当性と実用性を評価するための独自の生物学的体系の継続的研究が必要である。ある動物は飛行経路決定や回帰に対し、微弱磁界を感じることは明らかに確立されているが、これらの作用の物理学的な基礎はわかっていない。更なる課題は、磁界の物理と生物システムとの相互作用について学ぶことである。

ELF-EMF における人の相互作用は複雑であり、公衆のこの分野への関心は、確実に継続するであろう。世界保健機関は、ELF-EMF に対する独自の国際的なプログラムを通じ、2003 年に ELF-EMF をレビューする予定である。NIEHS はこの過程に協力している。

2-5. 参考文献

所長報告書の引用文内にある () の番号は、報告書内にある参考文献番号を示している。引用された文献を、以下に示す。

1. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology* 109:273-284 (1979).
21. Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *American Journal of Epidemiology* 128: 21-38 (1988).
22. London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Sobel E, Cheng T-C, Peters JM.

- Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *American Journal of Epidemiology* 134: 923-937 (1991).
23. Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE. Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. *New England Journal of Medicine* 337: 1-7 (1997).
 24. McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamara S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham B, Robson D, Chaoi W. Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. *American Journal of Epidemiology* 149: 831-842 (1999).
 25. Fulton JP, Cobb S, Preble L, Leone L, Forman E. Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island. *American Journal of Epidemiology* 111: 292-296 (1980).
 26. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *American Journal of Epidemiology* 138: 467-481 (1993).
 27. Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *British Medical Journal* 307: 891-895(1993).
 28. Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV, Koskenvuo M. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *British Medical Journal* 307: 895-898(1993).
 29. Tynes T, Andersen A, Langmark F. Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields. *American Journal of Epidemiology* 136: 81-88 (1992).
 30. Wartenberg D, Dietrich F, Goldberg R, Poole C, Savitz D. A meta-analysis of studies of childhood cancer and residential exposure to magnetic fields PR-702871. Research Triangle Park: Report for the National Institute of Environmental Health Sciences, 1998.
 31. Michaelis J, Schuz H, Meiner R, Zemann E, Grigat J-P, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Brinkmann K, Kalkner W, Karner H. Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* 9: 92 - 94(1998).
 32. Hatch EE, Linet MS, Kleinerman RA, Tarone RE, Severson RK, Hartsock CT, Haines C, Kaune WT, Friedman D, Robison LL, Wacholder S. Association between childhood acute lymphoblastic leukemia and use of electric appliances during pregnancy and childhood. *Epidemiology* 9: 234-245 (1998) .
 33. Savitz DA, John EM, Kleckner RC. Magnetic field exposure from electric

- appliances and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology* 131: 763-773 (1990).
34. Gurney JG, Mueller BA, Davis S, Schwartz SM, Stevens RG, Kopecky KJ. Childhood brain tumor occurrence in relation to residential power line configuration, electric heating sources, and electric appliance use. *American Journal of Epidemiology* 143: 120-128(1996).
35. Preston-Martin S, Navidi W, Thomas D, Lee P-J, Bowman J, Pogoda J. Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors. *American Journal of Epidemiology* 143: 105-119 (1996).
36. Tynes T, Haldorsen T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. *American Journal of Epidemiology* 145: 219-226 (1997).
37. Asanova TP, Rakov AN. The health status of people working in the electric field of open 400-500 KV switching structures. *Gigiena Truda I Professionalnye Zabolevaniia* 10: 50-52 (1966).
12. Portier CJ, Wolfe MS, eds. *Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields - NIEHS Working Group Report NIH Publication No. 98-3981. Research Triangle Park: National Institute of Environmental Health Sciences, 1998.*
38. Wertheimer N, Leeper E. Magnetic field exposure related to cancer subtypes. *Annals of the New York Academy of Science* 502: 43-54(1987).
39. Milham S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields (Letter to the editor). *New England Journal of Medicine* 307: 249 (1982).
40. Feychting M, Forssen U, Floderus B. Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. *Epidemiology* 8: 384-389 (1997).
41. Floderus B, Persson T, Stenlund C, Wennberg A, Ost A, Knave B. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: A case-control study in Sweden. *Cancer Causes and Control* 4: 465-476(1993).
42. Theriault G, Goldberg M, Miller AB, Armstrong B, Guenel P, Deadman J, Imbernon E, To T, Chevalier A, Cyr D, Wall C. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989, *American Journal of Epidemiology* 139: 550-572 (1994).
43. London SJ, Bowman JD, Sobel E, Thomas DC, Garabrant DH, Pearce N, Bernstein L, Peters JM. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in

- Los Angeles County. *American Journal of Industrial Medicine* 26: 47-60 (1994).
44. Savitz DA, Loomis DP. Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. *American Journal of Epidemiology* 141: 123- 134 (1995).
 45. Preston-Martin S, Peters JM, Yu MC, Garabrant DH, Bowman JD. Myelogenous leukemia and electric blanket use. *Bioelectromagnetics* 9: 207-213 (1988).
 46. Severson RK, Stevens RG, Kaune wr, Thomas DB, Heuser L, Davis S, Sever LE. Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power frequency magnetic fields. *American Journal of Epidemiology* 128: 10-20(1988).
 47. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in people residing near Swedish high voltage power lines: Institutet for Miljomedicin (IMM), 1992.
 48. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 5: 501-509 (1994).
 49. Verkasalo PK. Magnetic fields and leukemia -- Risk for adults living close to power lines. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 22: 1-56 (1996).
 50. Li C-Y, Theriault G, Lin RS. Residential exposure to 60-Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. *Epidemiology* 8: 25-30 (1997).
 51. Lovely RH, Buschbom RL, Slavich AL, Anderson LE, Hansen NH, Wilson BW. Adult leukemia risk and personal appliance use: A preliminary study. *American Journal of Epidemiology* 140: 510-517 (1994).
 52. Vena JE, Graham S, Hellmann R, Swanson M, Brasure J. Use of electric blankets and risk of postmenopausal breast cancer. *American Journal of Epidemiology* 134: 180-185 (1991).
 53. Gammon MD, Schoenberg JB, Britton JA, Kelsey JL, Stanford JL, Malone KE, Coates RJ, Brogan DJ, Potischman N, Swanson CA, Brinton LA. Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *American Journal of Epidemiology* 148: 556-563(1998).
 54. Feychting M, Forssen U, Rutqvist LE, Ahlbom A. Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 9: 392-397 (1998).
 55. Verkasalo PK, Pukkala E, Kaprio J, Heikhila KV, Koskenvuo M. Magnetic fields of high voltage power lines and risk of cancer in Finnish adults: Nationwide cohort study. *British Medical Journal* 313: 1047-1051 (1996).
 56. Schnorr TM, Grajewski BA, Hornung RW, Thun MJ, Egeland GM, Murray WE, Conover DL, Halperin WE. Video

- display terminals and the risk of spontaneous abortion. *New England Journal of Medicine* 324: 727-733 (1991).
57. Lindbohm M-L, Hietanen M, Kyyronen P, Sallmen M, Von Nandelstadh P, Taskinen H, Pekharinen M, Ylikoski M, Hemminki K. Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion. *American Journal of Epidemiology* 136: 1041-1051 (1992).
 58. Juutilainen J, Matilainen P, Saarikoski S, Laara E, Suonio S. Early pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 14: 229-236 (1993).
 59. Belanger K, Leaderer B, Kellenbrand K, Holford T, McShany J-E, Power M-E, Bracken M. Spontaneous abortion and exposure to electric blankets and heated water beds. *Epidemiology* 9: 36-42 (1998).
 60. Bracken MB, Belanger K, Hellenbrand K, Dlugosz L, Holford TR, McSherry J-E, Adesso K, Leaderer B. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: Association with birthweight and intrauterine growth retardation. *Epidemiology* 6: 263-270 (1995).
 61. Grajewski B, Schnorr TM, Reefhuis J, Roeleveld N, Salvan A, Mueller C, Murray WE, Conover DL. Work with video display terminals and the risk of reduced birthweight and preterm birth. *American Journal of Industrial Medicine* 32: 681-688 (1997).
 62. Tornqvist S. Paternal work in the power industry: Effects on children at delivery. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 40: 111-117 (1998).
 63. Wertheimer N, Leeper E. Possible effects of electric blankets and heated waterbeds on fetal development. *Bioelectromagnetics* 7: 13-22 (1986).
 65. Li D-K, Checkoway H, Mueller BA. Electric blanket use during pregnancy in relation to the risk of congenital urinary tract anomalies among women with a history of subfertility. *Epidemiology* 6: 485-489 (1995).
 66. Savitz D, Checkoway H, Loomis D. Magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers. *Epidemiology* 9: 398-404 (1998).
 67. Savitz D, Loomis D, Chiu-Kit T. Electrical occupations and neurodegenerative disease: Analysis of U.S. mortality data. *Archives of Environmental Health* 53: 1-5 (1998).
 68. Sobel E, Davanipour Z, Sulkava R, Erkinjuntti T, Wikstrom J, Henderson VW, Buckwalter G, Bowman JD, Lee P-J. Occupations with exposure to electromagnetic fields: A possible risk factor for Alzheimer's disease. *American Journal of Epidemiology* 142: 515-524 (1995).

69. Sobel E, Davanipour Z. Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and may eventually lead to Alzheimer's disease. *Neurology* 47: 1594-1600 (1996).
70. Feychting M, Pedersen N, Svedberg P, Floderus B, Gatz M. Dementia and occupational exposure to magnetic fields. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 24: 46-53 (1998).
71. Davanipour Z, Sobel E, Bowman JD, Qian Z, Will AD. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 18: 28-35(1997).
72. Johansen C, Olsen JH. Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders and electric shocks among utility workers. *American Journal of Epidemiology* 148: 362-368 (1998).
73. Savitz DA, Boyle CA, Holmgren P. Prevalence of depression among electrical workers. *American Journal of Industrial Medicine* 25: 165-176 (1994).
74. Baris D, Armstrong BG, Deadman J, Theriault G. A case cohort study of suicide in relation to exposure to electrical and magnetic fields among electrical utility workers. *Occupational and Environmental Medicine* 53: 17-24 (1996).
75. Baris D, Armstrong BG, Deadman J, Theriault G. A mortality study of electrical utility workers in Quebec. *Occupational and Environmental Medicine* 53: 25-31 (1996).
76. Savitz DA, Liao D, Sastre A, Kleckner RC. Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality among electric utility workers. *American Journal of Epidemiology* 149: 135-142 (1999).
77. Sastre A, Cook MR, Graham C. Nocturnal exposure to intermittent 60 Hz magnetic fields alter human cardiac rhythm. *Bioelectromagnetics* 19: 98-106 (1998).
78. Hauf R, Wiesinger J. Biological effects of technical electric and electromagnetic VLF fields. *International Journal of Biometeorology* 17: 213-215 (1973).
79. Silny J. The influence thresholds of the time-varying magnetic field in the human organism. In: *Proceedings of the Symposium on Biological Effects of Static and ELF-Magnetic Fields*, Neuherberg, May 1986: 1-11.
80. Graham C, Cohen HD, Cook MR. Immunological and biochemical effects of 60-Hz electric and magnetic fields in humans MRI Project No. RA-338-C. Kansas City: Midwest Research Institute, 1990.
81. Wood AW, Armstrong SM, Sait ML, Devine L, Martin MJ. Changes in human plasma melatonin profiles in response to 50 Hz magnetic field

- exposure. *Journal of Pineal Research* 25: 116-127(1998).
82. Blondin J-P, Nguyen D-C, Sbeghen J, Goulet D, Cardinal C, Maruvada PS, Plante M, Bailey WH. Human perception of electric fields and ion currents associated with high-voltage DC transmission lines. *Bioelectromagnetics* 17: 230-241 (1996).
83. Stollery BT. Effects of 50 Hz electric currents on mood and verbal reasoning skills. *British Journal of Industrial Medicine* 43: 339-349 (1986).
84. Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y. Magnetic fields and pineal function in humans: Evaluation of nocturnal acute exposure to extremely low frequency magnetic fields on serum melatonin and urinary 6-sulfatoxymelatonin circadian rhythms. *Life Science* 58: 1539-1549(1996).
85. Podd JV, Whittington CJ, Barnes GRG, Page WH, Rapley BI. Do ELF magnetic fields affect human reaction time? *Bioelectromagnetics* 16: 317-323 (1995).
86. Lyskov EB, Juutilainen J, Jousmaki V, Partanen J, Medvedev S, Hanninen O. Effects of 45-Hz magnetic Fields on the functional state of the human brain. *Bioelectromagnetics* 14: 87-95 (1993).
87. Cohen HD, Graham C, Cook MR, Phelps JW. ELF exposure facility for human testing. *Bioelectromagnetics* 13: 169-182 (1992).
88. Doynov P, Cohen HD, Cook MR, Graham C. Test facility for human exposure to AC and DC magnetic fields. *Bioelectromagnetics* In press (1999).
89. Lyskov E, Juutilainen V, Jousmaki V, Hanninen O, Medvedev S, Partanen J. Influence of short-term exposure of magnetic field on the bioelectrical processes of the brain and performance. *International Journal of Psychophysiology* 14: 227-231 (1993).
90. Bell GB, Marino AA, Chesson AL. Alterations in brain electrical activity caused by magnetic fields: detecting the detection process. *Electroencephalography and Clinical Neuro physiology* 83: 389-397 (1992).
91. Cook MR, Graham C, Cohen HD, Gerkovich MM. A replication study of human exposure to 60-Hz fields: Effects on neurobehavioral measures. *Bioelectromagnetics* 13: 261-285 (1992).
92. Graham C, Cohen H, Cook M, Phelps J, Gerkovich M, Fotopoulos S. A double-blind evaluation of 60-Hz field effects on human performance, physiology, and subjective state. In: *Interaction of Biological Systems with Static and ELF Electric and Magnetic Fields* (Anderson LE, ed). Springfield, 1987: 471-486.
93. Graham C, Cook MR, Cohen HD, Gerkovich MM. A dose response study of human exposure to 60 Hz electric and magnetic fields.

- Bioelectromagnetics 15: 447-463 (1994).
94. Graham C, Cook M, Hoffman S, Gerkovich M. An electrophysiological study of human EEG activity in 60-Hz magnetic fields. In: Bioelectromagnetics Society, 17th Annual Meeting, Boston, MA, 18-22 June 1995: 84.
 95. Akerstedt T, Arnetz B, Ficca G, Lars-Eric P. Low frequency electromagnetic fields suppress slow wave sleep. Sleep Research 26: 260 (1997).
 96. Akerstedt T, Arnetz T, Picca G, Paulsson LE, Kallner A. Effects of low frequency electromagnetic fields on sleep and some hormones (summary). Stress Research Reports 275 (1997).
 97. Graham C, Cook MR. Human sleep in 60 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics In press (1999).
 98. Korpinen L, Partanen J, Uusitalo A. Influence of 50 Hz electric and magnetic fields on the human heart. Bioelectromagnetics 14: 329-340 (1993).
 99. Maresh CM, Cook MR, Cohen HD, Graham C, Gunn WS. Exercise testing in the evaluation of human responses to powerline frequency fields. Aviation, Space, and Environmental Medicine 59: 1139- 1145 (1988).
 100. Arnetz BB, Berg M. Melatonin and adrenocorticotrophic hormone levels in video display unit workers during work and leisure. Journal of Occupational Medicine 38: 1108-1110 (1996).
 101. Burch JB, Reif JS, Yost MG, Keffe TJ, Pitrat CA. Nocturnal excretion of a urinary melatonin metabolite in electric utility workers. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 24: 183-189 (1998).
 102. Graharm C, Cook MR, Riffle DW, Gerkovich MM, Cohen HD. Nocturnal melatonin levels in human volunteers exposed to intermittent 60 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics 17: 263-273 (1996).
 103. Graham C, Cook MR, Riffle DW. Human melatonin during continuous magnetic field exposure. Bioelectromagnetics 18: 166-171 (1997).
 104. Kaune W, Davis S, Stevens R. Relation between residential magnetic fields, light-at-night and nocturnal urine melatonin levels in women TR-107242-V1. Palo Alto: EPRI, Fred Hutchinson Research Center, 1997.
 105. Pfluger DH, Minder CE. Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers. Journal of Pineal Research 21: 91-100 (1996).
 106. Wilson BW, Wright CW, Morris JE, Buschbom RL, Brown DP, Miller DL, Sommers-Flannigan R, Anderson LE. Evidence for an effect of ELF

- electromagnetic fields on human pineal gland function. *Journal of Pineal Research* 9: 259-269 (1990).
107. Selmaoui B, Bogdan A, Auzeby A, Lambrozo J, Touitou Y. Acute exposure to 50 Hz magnetic field does not affect hematologic or immunologic functions in healthy young men: A circadian study. *Bioelectromagnetics* 17: 364-372 (1996).
108. Hauf R. Electric and magnetic fields at power frequencies with particular reference to 50 and 60 Hz. In: *Nonionizing Radiation Protection* (Suess M, ed). Copenhagen: World Health Organization, 1982.
109. Andersson B, Berg M, Arnetz BB, Melin L, Langlet I, Liden S. A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from 'electric hypersensitivity.' Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 38: 752-758 (1996).
110. Arnetz BB. Technological stress: Psychophysiological aspects of working with modern information technology. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 23: 97-103 (1997).
111. Arnetz BB, Berg M, Arnetz J. Mental strain and physical symptoms among employees in modem offices. *Archives of Environmental Health* 52: 63-67 (1997).
112. Sandström M, Lyskov E, Berglund A, Medvedev S, Mild K. Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 39: 15-22 (1997).
113. Swanbeck G, Bleeker T. Skin problems from visual display units. *Acta Dermatologica Venereologica* 69: 46-51 (1989).
317. SNBOSH Swedish National Board of Occupational Safety and Health. *Low-Frequency Electrical and Magnetic Fields: The Precautionary Principle for National Authorities. Guidance for Decision-Makers*. Solna, 1996.
318. Banks RS, Carpenter DO. AC electric and magnetic fields: A new health issue (article and commentary). *Health Environmental Digest* 2: 1-4 (1988).
319. Grandolfo M. Extremely low frequency magnetic fields and cancer. *European Journal of Cancer Prevention* 5: 379-381 (1996).
320. Gurney JG, Severson RK, Davis S, Robison LL. Incidence of cancer in children in the United States. *Cancer* 75: 2186-2195 (1995).

II 全米科学アカデミー報告書

1. はじめに

全米科学アカデミー報告書の説明に入る前に、全米科学アカデミーと全米研究評議会との関係について説明する。

全米科学アカデミー(National Academy of Sciences: NAS)は、科学の発展と健全な利用を目的として、著明な研究者で構成される民間の非営利学術団体であり、科学技術の福祉利用促進に貢献している。NASは1863年に連合議会で承認された設立許可に基づき、科学技術に関して連邦政府に助言を行う義務を持っている。

全米工学アカデミー(National Academy of Engineering: NAE)は、同種の組織として、NASの許可の下に1964年に設立された。連邦政府の助言に関する責任を全米科学アカデミーと共有しており、その運営とメンバーの選出は自主的に実施されている。

医学研究所(Institute of Medicine)は、国民の健康に関する政策を審査するために1970年にNASによって設立され、連邦議会の助言者として医療、研究、教育分野の問題を取り扱っている。

米国研究評議会(National Research Council: NRC)は、幅広く科学技術について議会へ助言を行うために、1916年に創設された。NRCは、政府、国民、科学技術界へさまざまな情報提供を行うNASおよびNAEの基幹組織と言える。さらに、その管理は両アカデミーと医学研究所によって実施されている。

全米科学アカデミー報告書(以下NAS報告書)を作成する経緯を説明したい。

1992年のエネルギー政策法(公法102-486)で、議会は、低周波60ヘルツ電磁界の曝露による健康影響の可能性についての研究に焦点をあてた国家研究計画を承認し

た。この法律の下でエネルギー省(DOE)の依頼で、NRCは生命科学委員会(Commission on Life Science: CLS)の中の放射線影響研究委員会(Board on Radiation Effects Research: BRER)の下に委員会を設立した。それは1992年のエネルギー政策法(Energy Policy Act: EPACT)によって承認された「EMF-RAPID計画」の研究活動についての再評価を行うためである。

NRCは、生体電磁気学、生物物理学、電気工学、疫学、動物実験、毒性学、神経行動学および神経内分泌学、分子生物学および遺伝学、がん誘発メカニズムとリスク評価の専門家で構成されている。

本報告書は研究評議会委員会の再評価に関する2回目のものであり、最終版である。

2. 目次

報告書は、本文が99ページで構成されているが、その構成については、目次を紹介したい。

要約	1
委員会の責務	1
結論	2
プログラムの限界	2
工学研究プログラム	3
科学研究プログラム(生物学)	4
コミュニケーションプログラム	7
推奨	8
緒言	10
議会ヒアリング	10
1992年エネルギー政策法	12
電磁界研究・情報普及プログラム	12
背景	14
EMF-RAPIDプログラム研究戦略	16

EMF-RAPID 資金調達	18
生物学的研究	18
技術プロジェクト	18
計画管理及びリスク評価	18
EPACT 委員会中間報告書の概要	19
商用周波磁界曝露の生体に及ぼす影響に 関連した研究の状況	19
in vivo (試験管内)研究	19
in vivo (生体内)研究	19
採用された研究方針のレビュー	20
開始された研究の説明	20
完了したプロジェクトのレビュー	21
中間報告書の結論	21
中間報告書の勧告	21
リスク評価	21
重点的な研究	22
研究管理	22
磁界のもたらすリスクの緩和	22
計画の延長	22
計画の終了	22
知識の普及	23
完了した研究に対する EPACT 委員会レ ビュー	24
エネルギー省(DOE)の工学的研究	24
要約	33
NIEHS 生物学プロジェクト	35
生物学の表	38
生物学概要	70
考察	70
情報普及プロジェクト	70
情報普及用ブックレット	71
EMF 電話情報サービス	71
EMF-RAPID ウェブサイト	71
その他	72
要約	73
EMF 科学評価シンポジウム	73

ワーキンググループ報告書	74
考察及び推奨	78
付録 A:	
生物学研究プロジェクト基金	80
付録 B:	
DOE による EMF-RAPID の工学的研究支 出の概要	84
付録 C:	
NIEHS による EMF-RAPID の未調査支出 の概要	86
文献リスト	88
略歴	96
略語のリスト	98

3. 要約

報告書の要約(1~9 ページ)について報告書を翻訳する。

3-1. 要約

送電線や配電線及び住宅や職場に普通にある電気設備の周辺に発生する商用周波磁界への曝露の結果生じうる健康への微妙なまたは連発の悪影響の可能性に関して、近年一般の関心が高まってきている。強度の低い 60Hz 商用周波磁界への曝露による人間の健康被害についての関心は、政府及び民間組織が研究議題を設定する上で大きな推進力となり、1990-1992 年の間に、米国エネルギー省(DOE)、国立職業安全保健研究所(NIOSH)、米国環境保護庁(EPA)、米国電力研究所(Electric Power Research Institute: EPRI)、公益事業体、州政府、科学界の代表による参加をもって、数々のワークショップが開催された。同ワークショップは、磁界(magnetic fields: MF)への曝露の生物学的影響を研究するための戦略