

個人暴露磁界の分布

国内においてこれまで生活環境中での超低周波（とくに商用周波数を中心とする）磁界への個人暴露測定調査に関する報告はいずれも、全国人口全体についての実態を把握することを目的としているものは無い。これまでの断片的な実測データを基本として考えれば、個人暴露磁界のレベルが 電力設備などの磁界の固定発生源と家屋との位置関係、家電製品等の利用時間に限定される発生源の利用状況、交通機関の利用状況、職場や公的施設の磁界環境、生活行動の違いなどにより規定されると予想される。したがって、地域（都市と地方、寒冷地域と温暖地域）や年齢・性・職業（とくに昼間活動時間における活動空間や活動内容の違い）、季節などによる差異も予想される。なお、実態把握を困難にするのは、例えば、電気機器と言っても種類によって、また、種類は同じでも製品の違いによって磁界発生も違えば、それらの利用時間やそのときの使い方（とくに発生源までの距離）などによって大きく変動する可能性があることである。交通機関についても地下鉄や電車の場合には、直流か交流か、あるいは車両の種類や路線、あるいは車内に居るときの姿勢や位置（とくにモータとの距離）などによっても大きな変動がある。

したがって、本章の目的としては、現在の磁界環境について、われわれの生活行動の空間と時間的パターンなどの主要な条件に応じて、どの程度の磁界暴露を受ける可能性があるについての概要を示しておくことであろうと考えられる。

ここでは、以上のような枠組みのもとに、とくに国立環境研究所が実施した測定調査結果から、個別データを再解析しつつ、わが国における磁界暴露の分布を規定するであろう主要な要素別に暴露分布データを整理しておくことにする。言うまでもなく、現在利用可能なデータにはそれぞれ制約があるので、ここに述べる情報の一般化に当たっては、十分に注意が必要であり、また、必要に応じて実測データが追加されることが望ましい。また、とくに家電製品などでは技術開発が進んでおり、発生源への低減化技術も導入されている部分もあるなどの動的条件も忘れてはならない。

ただし、以上のように磁界暴露の分布を整理する背景には、生活環境中で暴露される磁界が生体や健康に影響する可能性があることが前提となっている。低周波の磁界でもmT(ミリテスラ)以上に強度が大きくなると、生体内に発生する誘導電流によって神経活動等に直接的な影響がでることは明らかであり、また、一般生活環境中でも比較的高い磁界によって小児白血病のリスクなどが否定し得ない状況もあるからである。そこで、磁界暴露の物理的特性には周波数、方向性、変動性、高調波やトランジェントなどへの複合暴露、など詳細にみるときわめて複雑多様である。しかし、これまでの暴露磁界測定は、一般に一定間隔で測定した磁界の平均レベル、方向性については実効値、が用いられ、個人の暴露については、時間重み付け平均（time-weighted-average, TWA）や、季節変動を示す場合には年間平均なども考慮されてきた。一方で、暴露の物理的情報を詳細化しても、疑われる影響との対応関係が整理できないことも多いことから暴露評価の高度化には現実的な限界があることも指摘される。

4.1 国内の一般生活における個人磁界暴露測定データ（国立環境研究所による）

国立環境研究所がこれまで行った最大規模の磁界暴露調査は、小児がんの疫学調査（1999～2001）におけるもの（『生活環境中電磁界による小児の健康リスク評価に関する研究 平成11年度～平成13年度成果報告書』兜 真徳 独立行政法人国立環境研究所）であるが、そこで健康リスクとの関係で着目した磁界暴露は、屋内の家電製品などからの磁界の影響を極力除いた「バックグラウンド磁界（小児の寝室の近傍に発生源がない状態での磁界）」である。それ以外に実施してきた磁界暴露測定調査として、それぞれ対象者数は少ないが、東京都内住宅地域・東京郊外高圧送電線周辺地域・沖縄離島の小児調査（1週間の個人暴露を直接測定）、東京近郊の高圧送電線周辺地域の住民（成人）調査（1週間の個人暴露を直接測定）、主婦を対象とした屋内磁界レベルと個人暴露磁界の同時測定調査（1週間の屋内レベルと個人暴露の同時測定）、東京大都市圏（1都3県）内の70名の小児についての1週間の屋内磁界レベルと個人磁界暴露の同時測定調査（2003年度、総計490人日分のデータ）などがある。

ここで、上記の疫学調査や と の調査が対象としている「屋内磁界レベル」は、これまで超低周波磁界暴露とがんリスクとの関係を調べている疫学調査でも一般に用いられてきた磁界暴露指標（サロゲート）である。これは、夜間については少なくとも、身体近傍で用いる電気機器などの発生源がなければ、睡眠中の個人磁界暴露にそのまま対応している（実際に、身体に測定器を装着して測定する場合にも、睡眠中は携帯している測定器を枕元などに置かざるをえないために基本的に屋内磁界を反映している）。なお、屋内で活動時あるいは屋外活動時などその他の時間帯についての両者の関係については、これを示す直接的なデータは限られているので、上記 と はそれらを比較することを目的として実施したものである。

～ の結果は別途まとめている報告もある（『超低周波電磁界による健康リスクの評価に関する研究（特別研究）平成9～11年度』兜 真徳、新田裕史。国立環境研究所特別研究報告書。2001年」ほか）ので、本報告では、とくに の結果について再解析を行った結果を中心とし、また、上記疫学調査結果の一部や別途実施しているアンケート調査結果も含め、磁界暴露を規定する磁界発生源側の特徴と生活行動の大きなカテゴリ別に、個人暴露の分布情報をまとめておく。

4.2 東京大都市圏（1都3県）居住の小児における暴露磁界測定調査の結果

上記調査 の対象70名について1週間の暴露測定と同時に寝室の磁界レベルが同時測定された測定期間は11月1日から翌年の1月31日までの冬季であり、暖房用の電気機器が汎用されている時期であった。測定器はいずれもEMDEX_Lite（Eneritech社製）で、測定間隔は30秒である。このうち明らかに測定値が偏っていて測定ミスが想定された2名を除く68名の1週間の両測定データを解析対象とし、全測定データ、屋内環境（屋外発生源と屋内発生源）、屋外環境（学校や塾、交通機関など）別に検討した。

70名の参加者は男42名、女28名、年齢は5～10才であった。すべて通園通学しており、通学時間は片道3分～40分であった。通園通学はバス利用が2名、自家用車利用が3

名あったが、その他は徒歩。地下鉄、電車などの利用者はなかった

(1) 暴露磁界の全測定データ

68名についてそれぞれ1週間、30秒おきに測定された測定データは、計算では総計1,370,880個である。なお、暴露磁界測定と子供の寝室の磁界レベル測定の開始時刻が多少ずれていることから、同時刻のデータのペアが完全でないものがあり、ここでは、それらを除いて解析した。

総測定値数	1,320,828
1. 最高値	53.9 μ T
2. 99%値	1.86 μ T
3. 95%値	0.37 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.15 \pm 1.08 μ T

(2) 屋内の磁界環境

屋内で測定される磁界は、大きく屋外発生源に由来するものと、屋内の家電製品等から発生するものがある。前者は、家屋近傍の高圧送電線や配電線、変圧器や変電所などの電力設備が発生源となり、日内日間変動もあるが比較定的常的な比較的高レベルの磁界環境の原因となる。一方、屋内で利用される家電製品は利用時間にも変動があり、暴露される個人との距離関係も行動によって大きく変化するため、個人の暴露磁界としては不規則かつ大きな変動パターンを示す。

屋外発生源による磁界のレベルは、上述のように屋内発生源の影響を極力排除しているため「子供の部屋の磁界レベル」を見ることによって概要を知ることができる。なお、家電製品等からの磁界暴露は、屋内で活動をしている時間にほぼ限定されるので、睡眠中には、電気毛布などの身体近傍で長時間利用する家電製品がない条件下では、屋内磁界がそのまま暴露磁界と考えられる。以下、睡眠中それら2種の磁界レベルの分布について述べる。

子供の寝室の磁界レベル(睡眠中と屋内の活動時間のみ)

総測定値数 = 873,028

1. 最高値	10.6 μ T
2. 99%値	0.70 μ T
3. 95%値	0.15 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.06 \pm 0.10 μ T

睡眠中(行動記録による)の子供の寝室の磁界レベル

測定値数 = 515,886

1. 最高値	1.69 μ T
2. 99%値	0.62 μ T
3. 95%値	0.16 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.05 \pm 0.10 μ T

睡眠中（行動記録から）の暴露磁界レベル

測定値数 = 515,886

1. 最高値	43.7 μ T
2. 99%値	0.69 μ T
3. 95%値	0.21 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.07 \pm 0.51 μ T

夜間（23時～翌朝5時まで）のみの暴露磁界

測定値数 = 368,593

1. 最高値	13.5 μ T
2. 99%値	0.57 μ T
3. 95%値	0.18 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.05 \pm 0.13 μ T

昼間屋内で活動時（行動記録から）のみの暴露磁界

測定値数 = 357,142

1. 最高値	53.9 μ T
2. 99%値	5.05 μ T
3. 95%値	0.95 μ T
4. 中央値	0.05 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.32 \pm 1.83 μ T

(3) 屋外環境

学校、幼稚園・保育園、塾など自宅外の施設内での活動時間

屋外での活動としては、学校等の施設内の活動時間とその他の活動時間(完全な屋外、各種交通機関内)に大きく分けられる。下図の測定値数が示すように、昼間には週日の学校等の施設内での測定が大半を占めている。

なお、学校等では、父兄からの依頼もあり、登校時から下校時までは、測定器を担当の先生に保管してもらうことを原則とした。なお、活動時は一般に腰につけたポシェットの中に入れて携帯するか、登校下校時はランドセルなどの中に入れてもらった。

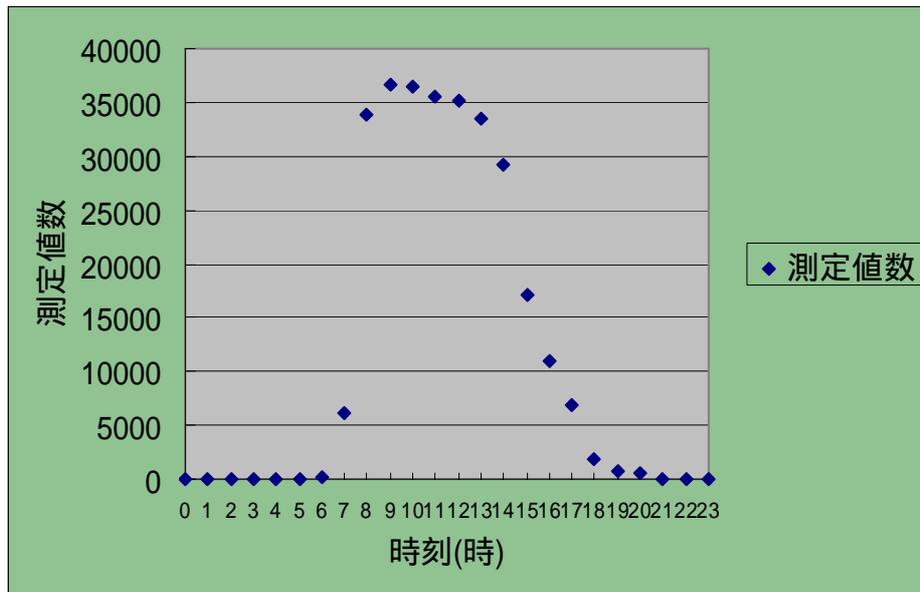


図 4.2-1 学校、幼稚園等の施設内での時刻別測定数の変動

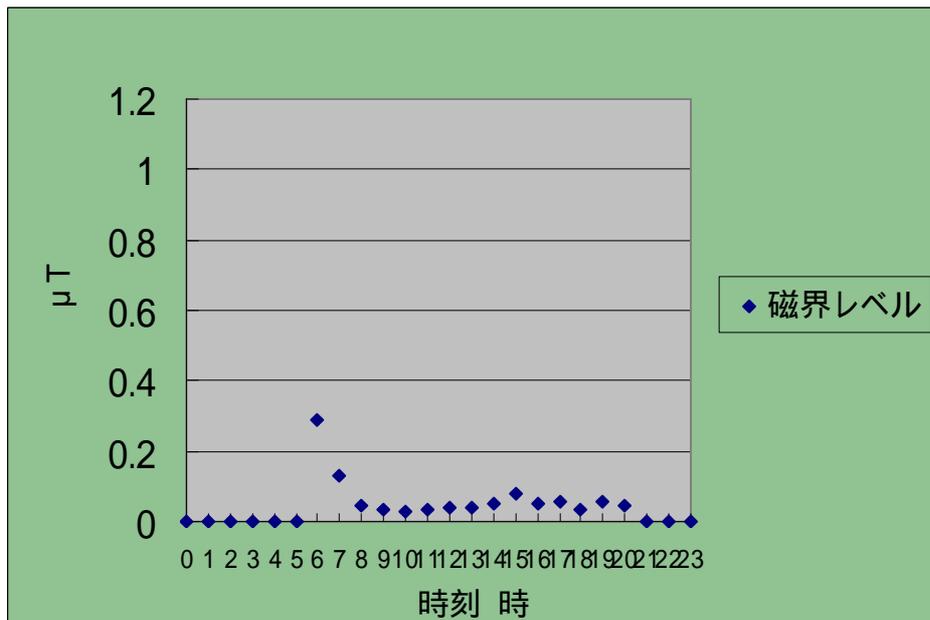


図 4.2-2 学校、幼稚園等の施設内における暴露磁界レベルの時刻別平均の変動

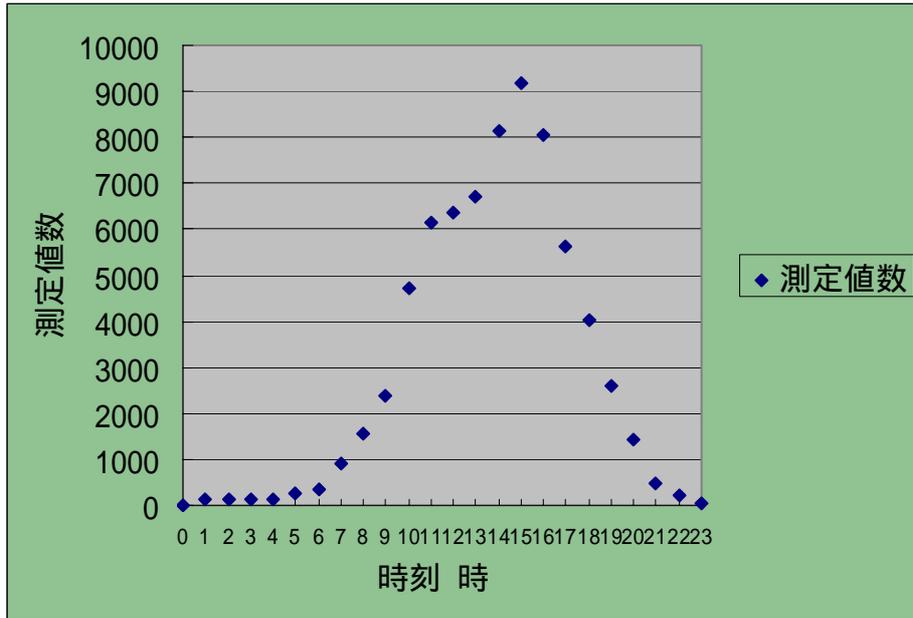


図 4.2-3 外出、車、電車、バスなど屋外での活動時間

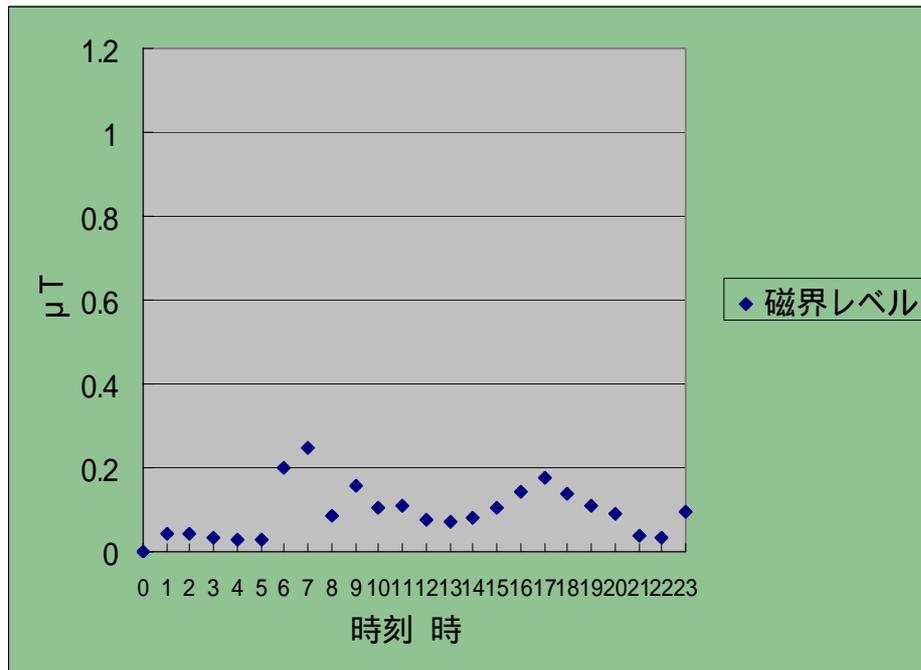


図 4.2-4 外出、車、電車、バスなどの屋外での活動時間における
暴露磁界レベルの時刻別平均の変動

4.3 高圧送電線由来の磁界暴露分布

4.3.1 関連情報

高圧送電線の距離別の暴露分布に関連した情報として、国立環境研究所が行った小児の疫学調査と「地球温暖化と電磁波に関するアンケート調査」のデータが利用可能である。

(1) 小児のがんの疫学調査データ（対照群のみの解析）

全国の高圧送電線（2万2千V～50万V）の地図は全国の電力会社が所有しているものが唯一である（これらの地図は、原則として公開していないとのことであるが、今回は調査の目的と意義を十分に説明した上で、電力会社の好意によって借用することができた。）上記疫学調査では、1999年現在の全国の地図を借用し、疫学調査対象者全員の家屋近傍（100m以内）の高圧送電線の有無をGISを用いて検索できるシステムを構築した。また、100m以内に高圧送電線があった場合には、レーザー光を用いた距離計により、家屋から最も近い送電線までの直線距離を測定し、ここでの解析に用いている（m単位）。

ここで、高圧送電線からの距離が0-50m、50-100mおよび100m以上の対照群の家屋分布を見ると、順に14（1.8%）、39（5.0%）および723（93.2%）であった。また、これらの子供の寝室の磁界レベルの1週間平均値と夜間のみ平均値を（表4.3.1-1）に示す。それぞれの距離別の平均値の差は統計的に有意であった。なお、全日平均レベルと夜間の平均レベルの相関は0.928（ $p < 0.001$ ）であった。

一方、高圧送電線からの距離が100m以内の家屋における、高圧送電線の電圧規格別の寝室の平均磁界レベルは、（表4.3.1-2）に示す通りであった。

表 4.3.1-1 高圧送電線からの距離別の子供の寝室におけるバックグラウンド磁界の全日と夜間の1週間平均レベル

距離	対象者数 (%)	平均値 (SE)	
		1週間平均レベル, μT	夜間の1週間平均レベル, μT
0-50m	14 (1.8 %)	0.18 (0.02)	0.17 (0.04)
50-100m	39 (5.0 %)	0.08 (0.02)	0.07 (0.02)
100+m	723 (93.2 %)	0.04 (0.00)	0.04 (0.00)

表 4.3.1-2 高圧送電線から100m以内の小児の寝室の1週間平均磁界レベル

電圧規格	100m以内の家屋数	平均値 (SE)
		寝室の全日の1週間平均磁界レベル, μT
22-33 kV	2 (3.8 %)	0.08 (0.01)
66-77 kV	34 (64.2 %)	0.10 (0.02)
100-300 kV	17 (32.1 %)	0.12 (0.00)
500 kV	0 (0 %)	-

(2) アンケート調査結果から

家屋周辺に高圧送電線はじめ継続的に磁界を発生している電力施設が全国でどのよう
に、またどれくらい分布しているか、を示す公的なデータは見当たらない。ここで、以下
の国立環境研究所が行ったアンケート調査結果の中の関連質問に対する回答結果をみる
と(表 4.3.1-3)、家屋から 100m 以内に高圧送電線があると回答しているのは全体の 5.3%
であった。上記のように疫学調査では同%は 6.8%であった。ただし、高圧送電線までの距
離は、アンケート調査結果ではとくに不確実性が大きい一方、実測による場合は、近傍の
高圧送電線を家屋の敷地境界から眺めた場合の最も近くの送電線までの直線距離であり、
送電線の高さなどの影響を反映しており、両者の厳密な比較はできない。ここでは、おお
むね 5 ~ 6 % 程度としておくことにする。

なお、関連する電力設備としては、高圧送電線のほか電車や地下鉄用の送電システム(な
お、東京都心部では電車地下鉄を駆動するメインの電力には直流が用いられている)電
柱の変圧器、変電所なども含まれ、(表 4.3.1-3)のデータが示すように、とくに電車車線
や変圧器が家屋近傍に存在する確率は高圧送電線の場合に比較して無視できないが、それ
らによる磁界レベルについて規格や距離などによる分類を試みるための対応データがない
ため、ここではそれらからの暴露分布推定を試みることはできない。今後の課題である。

表 4.3.1-3 自宅から 100m 以内の各種電力設備など電磁界発生源のある割合

	100m 以内に該当施設がある人の数(%) 総対象数 = 1925
高圧送電線	101 (5.3)
変電所	24 (1.3)
変圧器	342 (17.8)
電車	252 (13.1)
地下鉄	63 (3.3)
携帯基地局	134 (7.0)
TV 放送局	23 (1.2)
その他	33 (1.7)

4.3.2 暴露分布推計結果

上述の高圧送電線の距離別の分布は、疫学調査の症例に性・年齢・居住地域の特性をマ
ッチングさせて選出した対照群についてのものである。したがって、対象地域のランダム
サンプルであることは保証されていない。なお、同調査は関東、関西等を中心とするキャ
ッチメントエリアを対象としているため、全体として大都市圏に偏っている。アンケート
調査の対象者も同じキャッチメントの中からランダムに抽出された候補者であり、とくに
地域的偏りは疫学調査の場合と同様である。

以上のように対象地域は多少とも偏っており、一般化は困難であるが、疫学調査時の
データ分析、アンケート調査においては、高圧送電線が 100m 以内に存在する家屋の割合
は 5 ~ 6 % 程度を示した。また、それが 50m 以内の場合には表 4 . 3 . 1 - 1 より屋内の

バックグラウンドレベルは平均で $0.17 \mu\text{T}$ 程度が予想されることが示されている。さらに、高圧送電線の規格が大きいほど磁界レベルも高い傾向があること、などの傾向がある。を表 4.4.1-1 は示している。

ただし、言うまでもなくこうした傾向は上述の調査結果の全体的な傾向であり、個別の家屋についてどの程度の磁界レベルとなっているかについては、実際に測定してみるのが最良の方法と思われる。

4.4 配電線由来の磁界暴露分布の推計

4.4.1 関連情報

配電線は高圧送電線から伸びる低圧(普通 6600V)の送電線であり、到達地域までの間に通過する地域の家屋や工場に、変圧器を通して 100V あるいは 200V に変圧されて給電される。この配電線や電柱の変圧器が家屋 2 階の部屋に極めて接近して存在している例も多く、屋内のバックグラウンド磁界レベルを上昇させる場合がある。しかし、配電線の分布やそれらの規格に関する既存の情報は利用不可能であるので、実測データから大雑把な推定を行うほか方法がない。この点について、上記の東京大都市圏の小児の暴露磁界測定データ、および小児がんの疫学調査のデータについて再解析してみた。

4.4.2 分布推計結果

上記のような家屋の割合については、配電線の分布やそれらの規格に関する情報整理が不可能なために、実測データから大雑把な推定しかできないが、上記の 68 名の測定調査結果では、100m 以内に高圧送電線のある家屋は含まれていなかったが、子供の寝室の平均磁界レベルが $0.1 \mu\text{T}$ 以上であった 4 例(5.7%)のうち $0.2 \mu\text{T}$ 以上は 3 例(4.3%) (ID=40,41,50)、 $0.4 \mu\text{T}$ 以上が 2 例(2.8%) (ID=40,41)であった。これらについての発生源の詳細を見ると以下のものであった。

「子供の寝室の磁界レベル」が最も高値($0.71 \mu\text{T}$)であった ID=40 の場合、居間の南側に 6600V の配電線が走っており、スポット測定では、子供部屋の中心で $0.92 \mu\text{T}$ 、就寝時の頭部位置で $0.76 \mu\text{T}$ であった。また、家屋周辺の磁界測定では、玄関で $0.28 \mu\text{T}$ であったが、玄関と反対側の窓では $1.24 \mu\text{T}$ と配電線側で高レベルであった。子供が最も長くいる部屋は居間で、部屋の中心は同様に $0.93 \mu\text{T}$ 、特記すべき磁界発生源として水槽のエアーポンプがあり、その近傍は $10 \mu\text{T}$ を超えていた。なお、同期間の平均個人暴露磁界レベルは $0.65 \mu\text{T}$ であった。

「子供の寝室の磁界レベル」が次ぎに高かった($0.40 \mu\text{T}$) ID=41 の場合、子供の寝室中央で $0.48 \mu\text{T}$ 、就寝時の頭部位置で $0.43 \mu\text{T}$ であった。一方、敷地境界の角で $0.23 \sim 0.75 \mu\text{T}$ であり、また、こうした高い磁界発生源となっていることが予想された。なお、同期間の平均個人暴露磁界レベルは $0.50 \mu\text{T}$ であった。

「子供の寝室の平均磁界レベル」が $0.23 \mu\text{T}$ であった ID=50 の場合、子供部屋の中心で $0.25 \mu\text{T}$ 、就寝時の頭部位置で $0.24 \mu\text{T}$ であった。一方、敷地境界の角でも $0.22 \sim 0.26 \mu\text{T}$ であり、家屋内外を含む地域一帯の磁界レベルが全体的に上昇していた。なお、発生源と考えられる配電線が走る電柱の近傍（地上 1m）では $0.71 \mu\text{T}$ であった。この場合、平均個人暴露磁界レベルは $0.19 \mu\text{T}$ であった。

「子供の寝室の平均磁界レベル」が $0.11 \mu\text{T}$ であった ID=12 の場合、子供が最も長くいる居間で 0.12 、玄関で 0.11 、その反対側の窓で 0.14 であった。寝室の磁界レベル変動パターンは、上記 3 例の場合と類似しており、外部配電線の磁界によって屋内磁界レベルが上昇していることが示唆された。この場合の平均個人暴露磁界レベルは $0.23 \mu\text{T}$ であった。

以下の 8 つの図（図 4.4.2-1～8）は、子供の寝室の磁界レベルが $0.4 \mu\text{T}$ 以上であり、100m 以内に高圧送電線が見られなかった上述の ID-40 と ID=41 の屋内の磁界レベル分布を調べた測定結果を示す。それぞれ家屋の 1 側面に平行して走る配電線からの磁界が屋内に侵入していることが示されている。同測定は、それぞれ床上 1m の平面を 50cm メッシュに区切り、各グリッドの四隅で EMDEX-II (Eneritech 社製) で測定されたデータを基本として、その中の 10cm メッシュの 4 隅の磁界レベルを推定して図示したものである。

平塚 (ID=40 「子供の寝室の磁界レベル>0.4」)

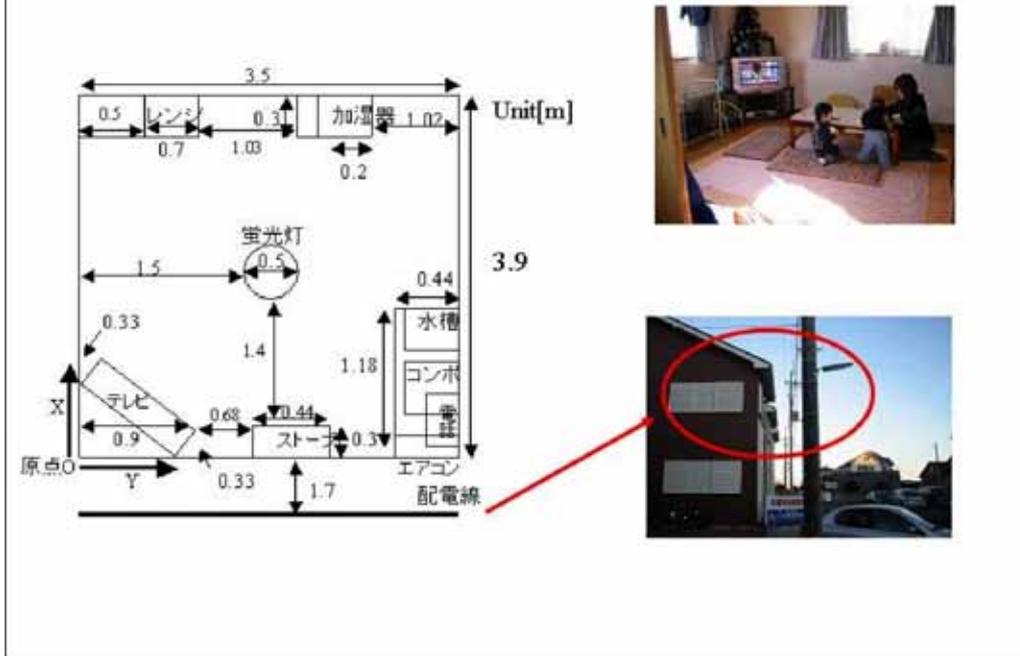


図 4.4.2-1

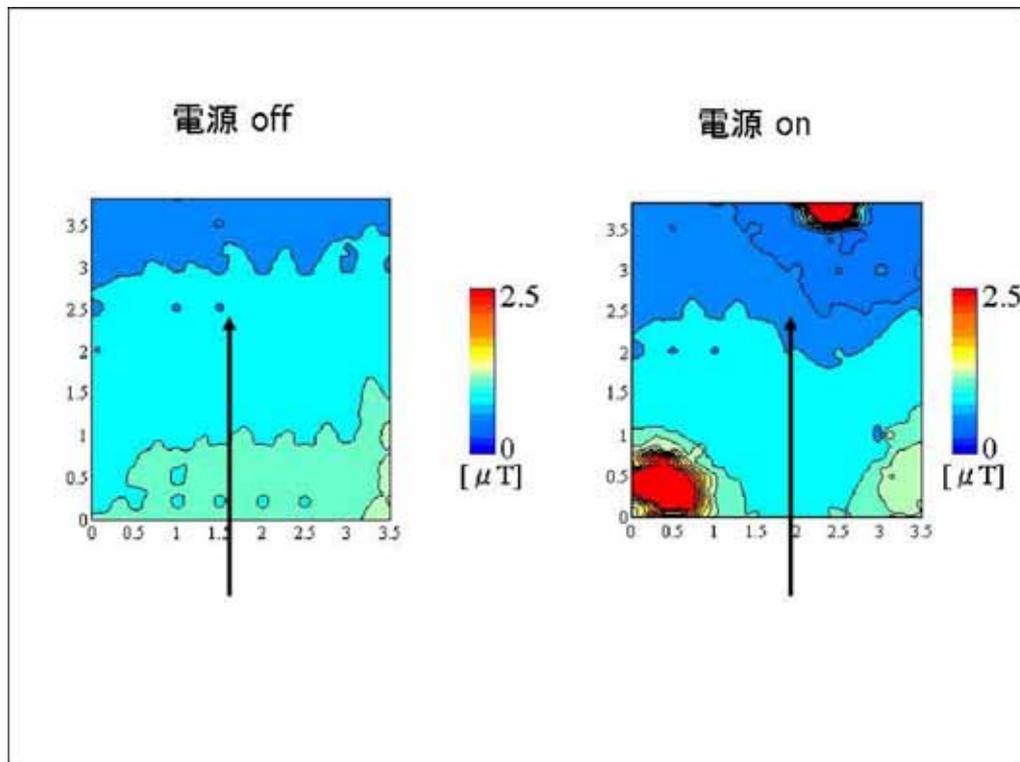


図 4.4.2-2

一方、以上の結果と比較するために、小児がんの疫学調査の対照群について同様に解析した結果、100m以内に高压送電線がない家屋で小児の寝室の磁界レベルが $0.1\mu\text{T}$ を越えていたのは、計723名中、62例(6.4%)、 $0.2\mu\text{T}$ 以上は24例(3.2%)、 $0.4\mu\text{T}$ 以上は5例(0.7%)であった。これらの頻度には、上記では、東京大都市圏を対象としていることから地域特性の違い、対象者数が少ないことによるバラツキ、冬季に限定されていること(小児の寝室の磁界レベルの季節による変動は、給電側からは電力供給や消費に見られる季節変動が反映されている可能性が示唆されているが、実際にはあっても比較的小さい傾向があった)などによる変動が前提となる。

しかし、高压送電線が近傍にない家屋のバックグラウンドレベルが $0.1\mu\text{T}$ を超える割合についてのみ見ると5 - 6%であることは両者ともほぼ一致している。この割合の妥当性についてはさらに検討を要するが、ほぼ20軒に1軒は、一般的な $0.1\mu\text{T}$ のレベルより明らかに高いバックグラウンドレベルを示すことが予想され、それは配電線など家屋への給電設備が発生する磁界を反映している可能性が予想される。

4.5 電気器具等からの磁界暴露分布

4.5.1 関連情報

電気器具等からの磁界暴露は、主として屋内における活動時間に集中しているとみなしてよいであろう。つまり、上記の調査で、屋内で活動中の暴露磁界レベルと子供の寝室の磁界レベルの差は、屋内の家電製品等の利用からの磁界とみなしても大きくはずれないであろう。とは言え、屋内行動の時間空間的パターンを調べることは一般に非常に困難であるので、各暴露磁界測定値がどの家電製品の利用を反映したものを具体的かつ定量的に示すことはほぼ不可能と考えられる。ただし、特定の電気機器の利用による暴露が大きい場合には、屋内活動時間中の両者の差の平均値の時間変動パターンの特徴などから、ある程度の推定は可能と思われる。ここでは上記の測定調査結果の解析を通して、それら予想される磁界暴露の特徴を再解析してみた。

なお、電気機器等からの磁界暴露は、それらを利用していることが前提となるため、一般家庭で利用している家電製品等の地域別の割合について、国立環境研究所が小児がんの疫学調査対象地域(キャッチメントエリア)の居住者を対象に実施したアンケート調査の結果(有効回答数=1927)を同時に掲げておくことにした。

4.5.2 分布推計結果

各時刻において睡眠中あるいは屋内活動をしていた対象者の測定値を用いて以下の検討を行った。時刻別の対象測定値数は(図4.5.2-1)のとおりである。対象は7~10才の小児であるので、午前7~8時の間に通学し、午後3~6時の間に概ね帰宅することを反映している。なお、これは1週間全体の分布であり、屋内での測定値の多い休日も含まれている。週日のみおよび休祭日のみに分けて見てみると(図4.5.2-2)、後者では測定値は少ないが、終日屋内で過ごしている割合が多いことが示されている。また、週日と休祭日別に、それぞれの小児の寝室の磁界レベルと個人暴露レベルを比較すると、(図4.5.2-2)

に示すように、休日の暴露レベルが週日より高い傾向が明らかであった。

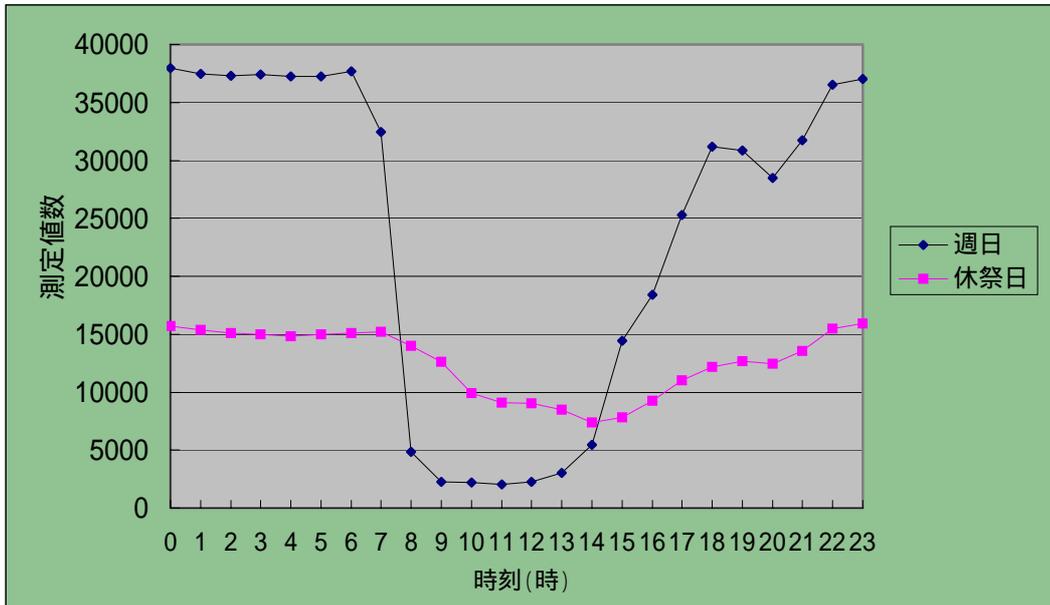


図4.5.2-1 屋内での時刻別対象測定値数

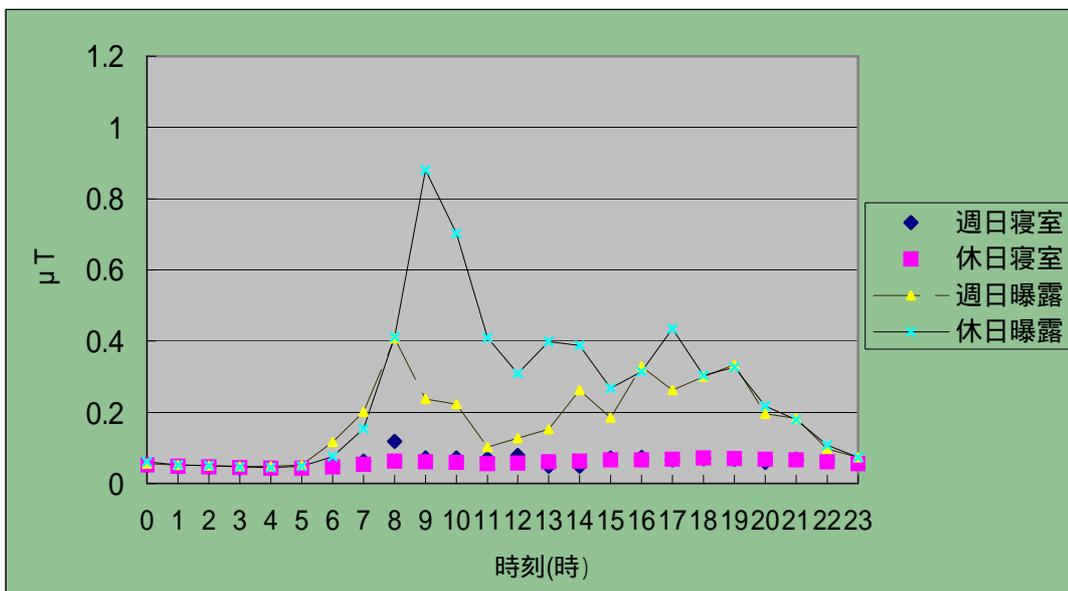


図4.5.2-2 屋内での暴露磁界レベルの時刻別平均の変動

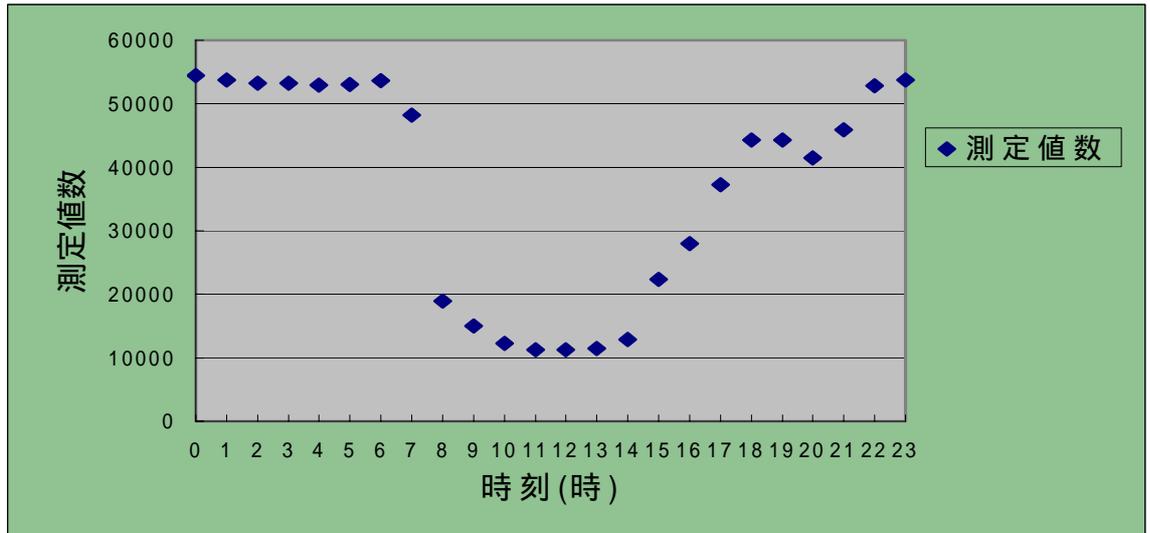


図4.5.2-3 屋内での暴露磁界レベルの時刻別平均の変動

(1) 屋内における家電製品等による磁界暴露についての検討

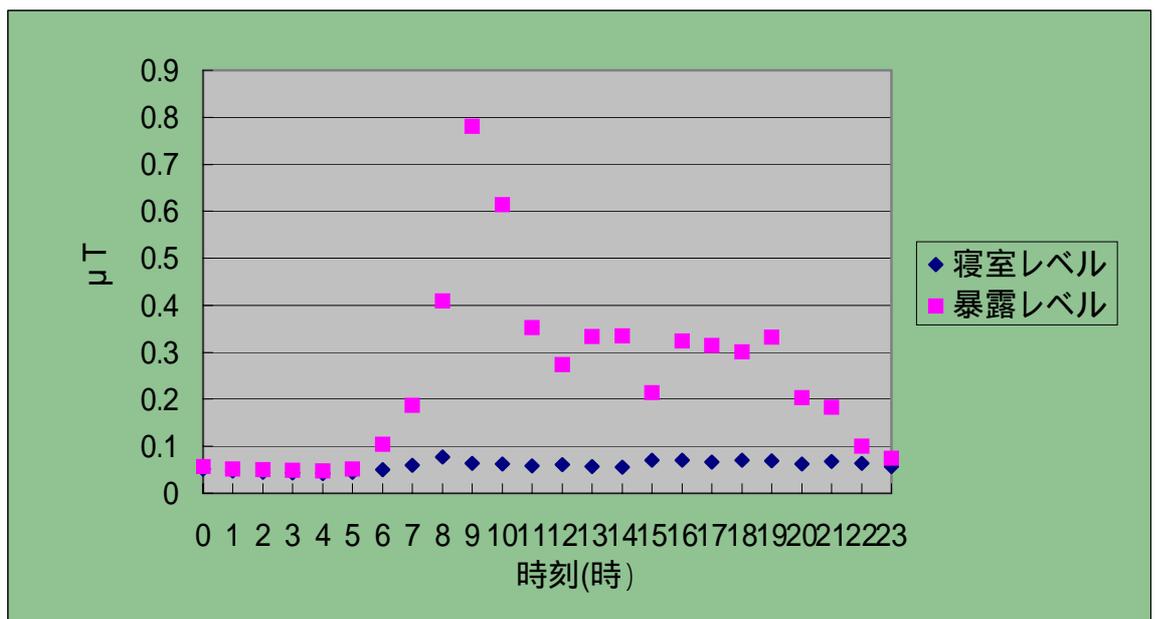


図4.5.2-4 睡眠中と屋内活動中の暴露磁界レベルと寝室の磁界レベルの時刻別平均レベルの変動。各時刻において睡眠中あるいは屋内活動中であつた対象者のそれぞれ平均レベルを示す。

同図に明らかなように、夜間は23時～5時までは両者の磁界レベルはほぼ同じであり、寝室の磁界レベルが暴露レベルとみなすことができる。ただし、電気毛布などの暖房器具を身体近傍で利用している場合には、それらからの磁界暴露がありうるが、この測定結果には反映されていないので、別途検討が必要であろう。しかし、その場合の暴露測定の方法等については、別途検討されている家電製品からの磁界暴露の測定法（簡易化したカッ

プリング係数などを含む)について、その妥当性も含めたさらなる検討が必要と思われる。

(2) 個人暴露磁界レベルと子供の寝室の磁界レベルの差の平均の検討

全体(睡眠中と屋内活動中のデータのみ)

測定値数 = 873,028

1. 最高値	53.9 μ T
2. 99%値	2.10 μ T
3. 95%値	0.20 μ T
4. 中央値	0.00 μ T
5. 最小値	-10.6 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.12 \pm 1.24 μ T

注意：寝室の磁界レベルと暴露レベルの差が 10 μ T 以上あった測定値は 2027 個あったが、それら高値を示した対象者のうち電気カーペットを使っていなかったのは 1 名だけであり、またそれら高値は 28 データのみであった。

睡眠時(行動記録から)

測定値数 = 515,886

1. 最高値	43.7 μ T
2. 99%値	0.28 μ T
3. 95%値	0.06 μ T
4. 中央値	0.00 μ T
5. 最小値	-1.67 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.02 \pm 0.51 μ T

注意：差が 10 μ T 以上であった測定値は 238 個あったが、全員「電気カーペット」利用者のもので、とくに ID=25 の対象者は、午前 10~11 まで睡眠中であり、その間はすべて 10 μ T 以上であった。その他の高値も睡眠中のものであるが、時刻は早朝あるいは深夜前の一部の時間のみであり、深夜に高値を示しているものはほとんどなかった。行動記録では、睡眠とされていてもとくに前後は完全に睡眠している状態ではないことが多い。そこで、以下のように夜間睡眠時間を 23~5 時として再解析を行った。

夜間(23時~5時)について

測定値数 = 368,593

1. 最高値	13.5 μ T
2. 99%値	0.15 μ T
3. 95%値	0.04 μ T
4. 中央値	0.00 μ T
5. 最小値	-0.55 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.01 \pm 0.10 μ T

注意:10 μT 以上を示したのは ID=35 の 23 時 3 分 ~ 28 分までの 13 個の測定値であり、電気カーペット利用者であった。

昼間の屋内活動時（行動記録から）

測定値数 = 357,142

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| 1. 最高値 | 53.9 μT |
| 2. 99%値 | 5.01 μT |
| 3. 95%値 | 0.65 μT |
| 4. 中央値 | 0.00 μT |
| 5. 最小値 | -10.6 μT |
| 6. 算術平均値と標準偏差 | 0.25 \pm 1.83 μT |

昼間（6時～22時）について

測定値数 = 504,435

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| 1. 最高値 | 53.9 μT |
| 2. 99%値 | 3.80 μT |
| 3. 95%値 | 0.39 μT |
| 4. 中央値 | 0.00 μT |
| 5. 最小値 | -10.6 μT |
| 6. 算術平均値と標準偏差 | 0.20 \pm 1.62 μT |

（3）ホットカーペットの利用別の検討

以上の測定結果でも明らかのように、測定期間は暖房期であり、多くの対象世帯で電気暖房機器が利用されていた。電気カーペットについてみると、対象 68 名中利用者は 42 名、非利用者は 26 名であった。

電気カーペットが発生する磁界については、別途行った精密測定調査において詳細に検討しているが、一般に利用されている家電製品の中で最も磁界発生レベルが大きかったものの 1 つであった。

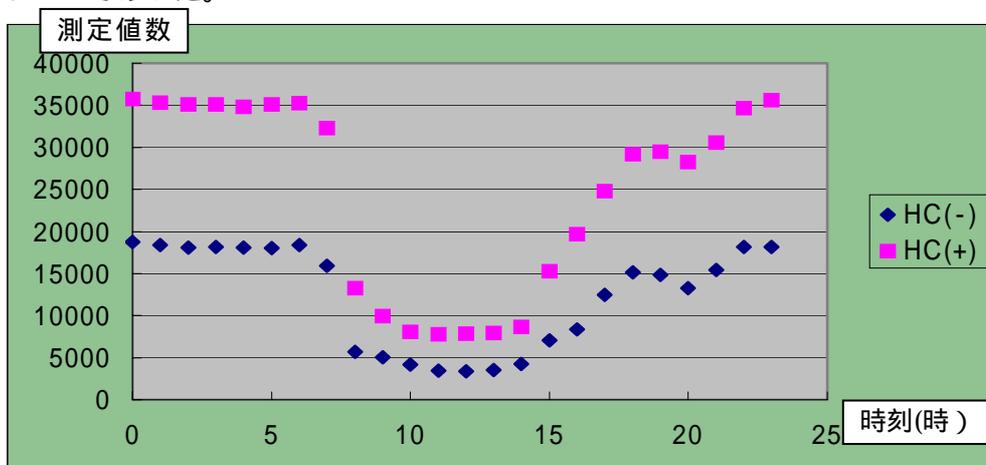


図 4.5.2-5 電気カーペットの有無別に見た屋内活動時の測定値数の分布

ここで、上記の睡眠中と屋内で活動中の測定値を、さらに電気カーペット利用の有無に分けて、磁界暴露レベルの違いを検討した。なお、時刻別の対象測定値数の変動は図4.5.2-5のとおりである。

居間あるいは子供が最も長く過ごす部屋で「電気カーペット」を利用している対象者の場合

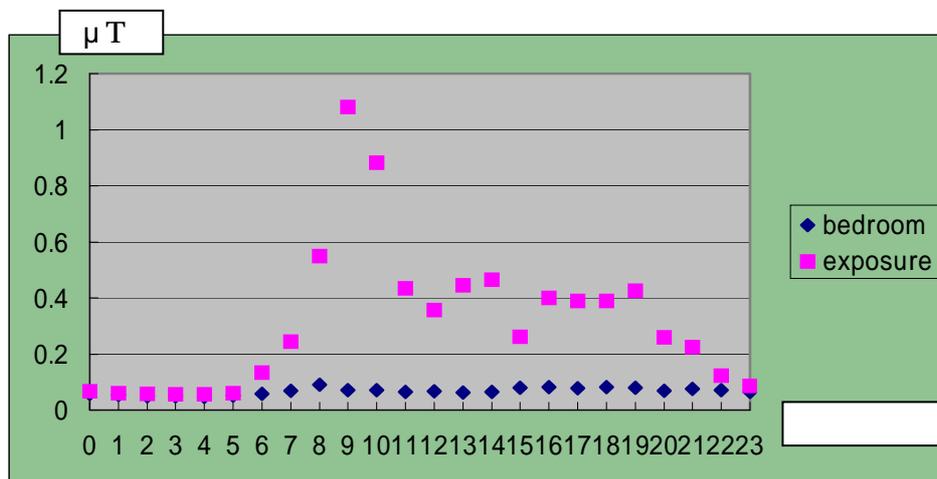


図 4.5.2-6 電気カーペットを利用している場合(計 42 名)における睡眠中と屋内活動時の寝室の磁界レベルと暴露磁界レベルの時刻別平均の違い。

暴露レベルは午前と午後、とくに朝に高くなり 9 時頃には 1 μT を超えている。

居間あるいは子供が最も長く過ごす部屋に電気カーペットを利用していない対象者の場合

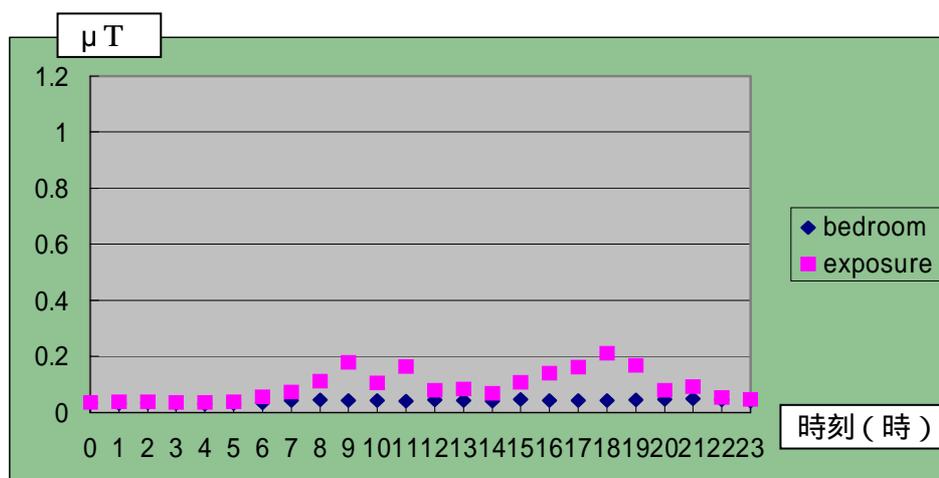


図 4.5.2-7 電気カーペットを利用していない場合における睡眠中と屋内活動時の寝室の磁界レベルと暴露磁界レベルの時刻別平均の違い。

なお、上記対象者の磁界暴露レベルの分布は、以下のようであった。

測定値数 = 283,373

1. 最高値	32.9 μ T
2. 99%値	0.49 μ T
3. 95%値	0.13 μ T
4. 中央値	0.03 μ T
5. 最小値	0.01 μ T
6. 算術平均値と標準偏差	0.07 \pm 0.46 μ T

(4) 家電製品等の地域別の利用率

磁界暴露分布を推定するために必要となる全国レベルでの家電製品等の利用状況についての情報は限られているため、国立環境研究所では「地球温暖化と電磁波に関する調査」の一部に、関連する項目を入れ、ランダム抽出した約 16000 世帯に郵送依頼した。対象者は世帯の中で回答できる方がおられれば 1 名にお願いする形であった。結果は、最近のその他の調査と同様、低回収率であり、有効回答数は 1927 名に過ぎなかったが、一応、札幌から沖縄まで、それぞれの地域における利用状況の概要を知る手がかりとなる情報が整理されている。ここでは大まかな暴露分布推定のための基礎情報として、各種家電製品の地域別利用率をとりまとめて次ページの表(表 4.5.1-1)に示しておく。なお、同表の最初にある「電気毛布」、「電気こたつ」および「電気カーペット」は冬季の暖房期にのみ利用される電気暖房機であり、その他は、1 日の利用時間は限られるにしても通年的に利用される可能性のあるものである。

の調査時期は暖房機であり、上述のようによく「電気カーペット」による磁界暴露の寄与が大きい傾向が示唆されている。3 種の暖房機器のうち、東京大都市圏では「電気カーペット」の利用が 55%あり、今回の調査で 68 名中 42 名(62%)とほぼ近似した率を示していた。本州や九州の他の地域と比較して「電気毛布」や「電気こたつ」の利用率が比較的少ない特徴がある。なお、この傾向は上記でも示されている。

表 4.5.2-1 家電製品の地域別利用率

全回答者数 n=1,927

	札幌	東京	関東	関西	北陸	九州	沖縄	合計
電気毛布	8	94	199	178	110	65	2	656
利用率 (%)	11.1	28.3	38.7	36.9	52.9	22.6	7.69	34.3
電気こたつ	7	128	336	266	137	167	6	1047
利用率 (%)	9.7	38.6	65.4	55.2	65.9	58.0	23.1	54.6
電気カーペット	8	183	298	303	138	174	4	1108
利用率 (%)	11.1	55.1	58.0	62.9	66.4	60.4	15.4	57.7
掃除機	69	324	502	472	202	283	24	1876
利用率 (%)	95.8	97.6	97.7	97.9	97.1	98.3	92.3	97.6
洗濯機・乾燥機	72	324	499	471	204	279	23	1872
利用率 (%)	100	97.6	97.1	97.7	98.1	96.9	88.5	97.4
電子レンジ	69	326	498	461	201	281	22	1858
利用率 (%)	95.8	98.2	96.9	95.6	96.6	97.6	84.6	96.7
水槽のポンプ	9	38	119	106	35	58	2	367
利用率 (%)	12.5	11.5	23.2	22.0	16.8	20.1	7.7	19.1
照明 (蛍光灯)	68	316	493	467	202	277	26	1849
利用率 (%)	94.4	95.2	95.9	96.9	97.1	96.2	100	96.2
照明 (電球)	46	259	385	380	153	205	11	1439
利用率 (%)	63.9	78.0	74.9	78.8	73.6	71.2	42.3	74.9
電気ミシン	27	142	255	276	105	132	8	945
利用率 (%)	37.5	42.8	49.6	57.3	50.5	45.8	30.8	49.1
TV (ブラウン管)	69	322	496	472	201	269	26	1855
用率 (%)	95.8	97.0	96.5	97.9	96.6	93.4	100	96.5
TV (液晶)	3	57	96	80	34	38	1	309
利用率 (%)	4.2	17.2	18.7	16.6	16.4	13.2	3.9	16.1
TV ゲーム	28	150	372	355	152	193	9	1259
利用率 (%)	38.9	45.2	72.4	73.7	73.1	67.0	34.6	65.5
ラジオ等	56	280	416	398	158	235	21	1564
利用率 (%)	77.8	84.4	80.9	82.6	76.0	81.6	80.8	81.4
ウォッシュレット	41	223	305	298	128	138	6	1139
利用率 (%)	56.9	67.2	59.3	61.8	61.5	47.9	23.1	59.3

4.6 まとめ

以上、個人磁界暴露の分布に関連して、電力設備などの磁界の固定発生源と家屋との位置関係、家電製品等の利用時間に限定される発生源の利用状況、交通機関の利用状況、職場や公的施設の磁界環境、生活行動の違い（電気機器の利用状況を含む）などによる暴露磁界レベルの変動について、とくに東京大都市圏（1都3県）の小児の暴露測定調査結果を中心に、再解析を行った。測定期間は暖房期間であり、とくに「電気カーペット」などの比較的大きな発生源によって、週日より、自宅屋内で過ごす時間の多い休日に、昼間の屋内活動時の暴露が大きく上昇する傾向が見られた。これらの対象者でも、その他の季節では、今回「電気カーペット」を用いていない世帯が示しているように、平均的にみれば、大半が $0.2\mu\text{T}$ を超えない暴露範囲に収まっていることが予想される。

成人の場合には、これに職場環境や、通勤方法と時間、炊事や掃除洗濯などの電気機器利用による暴露など、小児とは基本的に異なる暴露を考慮することにより、大まかな暴露状況は推定できるであろう。なお、これらの暴露関連情報については、本報告の前半を参照されたい。