

切除された馬尿酸量をカルボキシペプチダーゼ活性として定量した。CPR は Potato carboxypeptidase inhibitor (PCI) 馬尿酸の定量曲線から切除された馬尿酸量をカルボキシペプチダーゼ活性として定量した。

表2 資料コードと各臓器重量

群番号	サンプル番号	湿重量(g)		
		肝臓(L)	肺臓(P)	脾臓(S)
	C11	1.01	0.12	0.19
	C12	0.97	0.13	0.23
1	C13	0.89	0.11	0.12
	C14	1.06	0.14	0.22
	C17	1.11	0.13	0.14
	C18	1.18	0.15	0.22
	B11	1.04	0.14	0.13
	B12	0.70	0.12	0.11
2	B14	1.06	0.13	0.18
	B16	1.05	0.15	0.18
	B17	1.00	0.14	0.24
	B18	1.02	0.13	0.17
	E1	1.34	0.14	0.15
	E2	1.14	0.14	0.12
3	E3	1.21	0.16	0.16
	E6	1.42	0.15	0.14
	E7	1.24	0.15	0.17
	E8	0.89	0.14	0.11
	D2	0.91	0.15	0.18
	D5	1.35	0.16	0.17
4	D10	1.45	0.17	0.24
	D12	1.28	0.16	0.17
	D14	1.20	0.14	0.19
	D15	1.35	0.16	0.27
	C2	1.23	0.15	0.23
	C4	1.11	0.14	0.17
5	C6	1.03	0.16	0.19
	C7	0.97	0.16	0.14
	C8	1.09	0.14	0.19
	C9	1.17	0.15	0.14
	B3	1.05	0.15	0.12
	B4	0.99	0.13	0.12
6	B5	0.84	0.13	0.09
	B6	0.90	0.13	0.10
	B7	1.17	0.16	0.21
	B8	0.77	0.13	0.09
	F1	1.14	0.14	0.11
	F2	1.01	0.15	0.09
7	F4	1.18	0.13	0.10
	F5	1.18	0.13	0.09
	F7	1.20	0.14	0.09
	F8	1.28	0.14	0.10
	F9	1.13	0.14	0.09
	F10	1.18	0.14	0.09
8	F11	1.13	0.15	0.09
	F12	1.27	0.17	0.10
	F13	1.07	0.14	0.08
	F14	1.36	0.14	0.10

CPR は Potato carboxypeptidase inhibitor (PCI) により特異的に阻害される。そこで、血清に 0.1 mg/ml の PCI を添加しておいて CPR 活性を阻害して測定した時の値を CPN の活性と見なし、添加しなかった値から CPN の活性分を引いた残りの値を CPR の活性として算出した。

proCPR および CPN の mRNA 量は凍結保存しておいた肝臓、肺臓および脾臓から RNA を抽出して Northern blot 法により解析した。Total RNA の抽出は、Trizol reagent を用いて、以下の手順で行った。

1. Add TRIZOL 1 ml/0.1g sample tissue
  2. Homogenate
  3. Transfer to Eppen Tube (1 ml/tube)
  4. Settle at 5 min at room temperature
  5. Add 0.2 ml chloroform per 1 ml TRIZOL), mix well for 3 min.
  6. Centrifuge at 12,000G for 15 min at 4°C
  7. Transfer aqueous phase to Falcon tube
  8. Add 0.5 ml isopropanol per 1 ml TRIZOL, and vortex
  9. Settle for 5 min at room temperature
  10. Centrifuge at 12,000G for 10 min at 4°C, then discard the supernatant
  11. Add 1 ml 75% ethanol per 1 ml TRIZOL, vortex
  12. Centrifuge at 12,000G for 10 min at 4°C, then discard the supernatant
  13. Air dry for 10 min
  14. Dissolve DDW/DEPC (10 ug/ul)
  15. Check OD260 and OD280 to determine RNA concentration
- 抽出した RNA を電気泳動にかけ、ProCPR のプローブを用いて Northern blot 解析を行った。

### C. 研究結果

実験に供したマウスの DSC 装着手術前の正常血清の CP 活性を Hippuril-L-arginene を基質として測定した。この新鮮血清中の活性には、CPR と CPN の活性が合算して測定されるので、CPR の特異的阻害剤である PCI を添加した時の測定も行い、この値を CPN の活性として処理した。全体の活性から、CPN の活性分を引いた残りの値が CPR の値を示すことになる。図1では粗のドットで示した部分が、CPN に相当する値である。DSC 装着手術前のコントロールマウスにおける総カルボキシペプチダーゼ活性、CPR 活性、CPN 活性は、それぞれ  $457.7 \pm 118$  U/L、 $310.1 \pm$

102.5 U/L、147.6 ± 21.2 U/L であった。CPN は手術の有無、商用周波電磁界暴露の有無などに関わらず、ほぼ一定の値を示した。このことは、マウスやラットに LPS を投与して炎症反応を起こさせても CPN の値が変化しなかったと言う、我々の既報のデータとも一致している。CPR 活性は DSC 手術処置を行った DSC 装着各群で活性が高くなり、手術非試行の DSC 非装着 2 つの群では低い傾向にあったが、統計学的な有意差は認められなかった。また、商用周波電磁界暴露強度を 3.0 mT まで高めると CPR 活性が低くなる傾向にあり、その低下には有意差が認められた (図 2)。

Northern blot の結果は図 3, 4, 5 にラジオオートグラフィーのフィルムを示しているが、mRNA 量の解析結果では手術により ProCPR mRNA の上昇を認めたが、商用周波電磁界暴露強度による一定の変化は認められなかった。

#### D. 考察

DSC 装着手術の侵襲でも CPR 活性の上昇傾向が認められたが、3.0 mT の商用周波電磁界暴露を 1 週間実施すると CPR 活性の有意な低下が認められたが、手術侵襲を与えない状況での解析が必要と考えられる。手術侵襲があっても、3.0 mT という日常の生活環境レベルより遙かに強い商用周波電磁界強度ではあるものの、暴露されると CPR 活性の顕著な低下が認められたことは重要な意味を持っている可能性がある。CPR が低下することは、アレルギー等に対する感受性が高まる可能性もあると考えられるので、その様な観点からの疫学的調査も検討する必要があるかもしれない。また、商用周波電磁界での CPR 活性の低下が白血球の挙動の変化にどの様に関与するかも今後焦点を絞って解析する必要がある。一方、CPR は線溶系にも関与することが明らかにされているので、商用周波電磁界と血栓症が病因となる脳梗塞、心筋梗塞などにも注目した疫学調査も検討する必要があるかもしれない。

#### E. 結論

1 週間に亘って商用周波電磁界を継続的に暴露すると、暴露強度が 1.0 mT 以下では変化を認めなかったが、3.0 mT の強い磁界暴

露により、CPR 活性の低下が起こることが示唆された。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Sato, T., Miwa, T., Akatsu, H., Matsukawa, N., Obata, K., Okada, N., Campbell, W. & Okada, H. Pro carboxypeptidase R is an acute phase protein in the mouse, whereas carboxypeptidase N is not. *J. Immunol.* 165: 1053-1058 (2000)
- 2) Kato, T., Akatsu, H., Sato, T., Matsuo, S., Yamamoto, T., Campbell, W., Hotta, N., Okada, N. & Okada, H. Molecular cloning and partial characterization of rat procarboxy-peptidase R and carboxypeptidase N. *Microbiol. Immunol.* 44: 719-728 (2000)
- 3) Guo, X., Okada, N. & Okada, H. CPR-total (TAFI and activated TAFI) levels in plasma/serum of hemophiliacs. *Microbiol. Immunol.* 44 : 77-78 (2000)
- 4) Campbell, W., Okada, N. and Okada, H. Carboxypeptidase R (CPR) is an inactivator of complement derived inflammatory peptides and an inhibitor of fibrinolysis. *Immunol. Rev.* 180: 162-167 (2001)

図1. 血清中のカルボキシペプチダーゼ活性 (CPRおよびCPN)

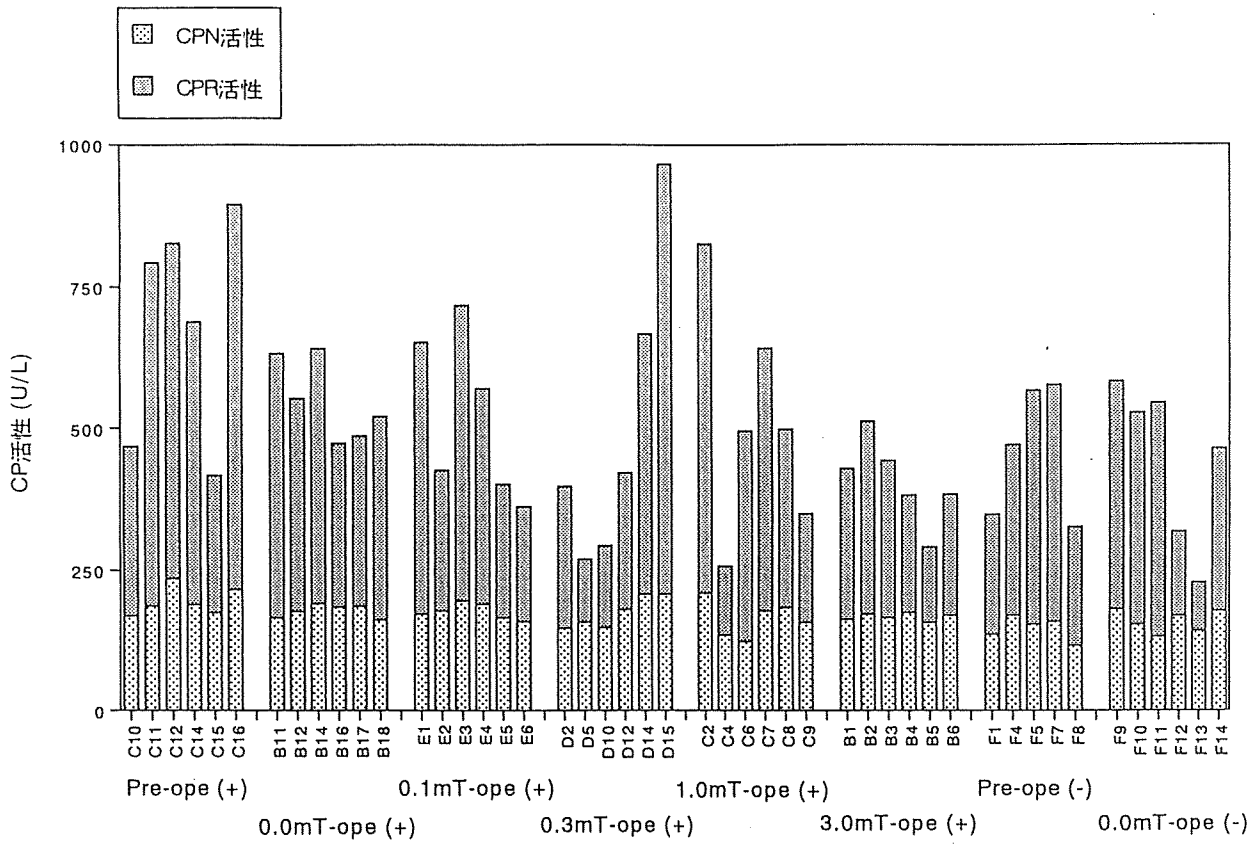


図2. 血清中のカルボキシペプチダーゼ活性と低周波電磁波被曝量との関係  
ope(+): 手術施行マウス ope(-): 手術非試行マウス

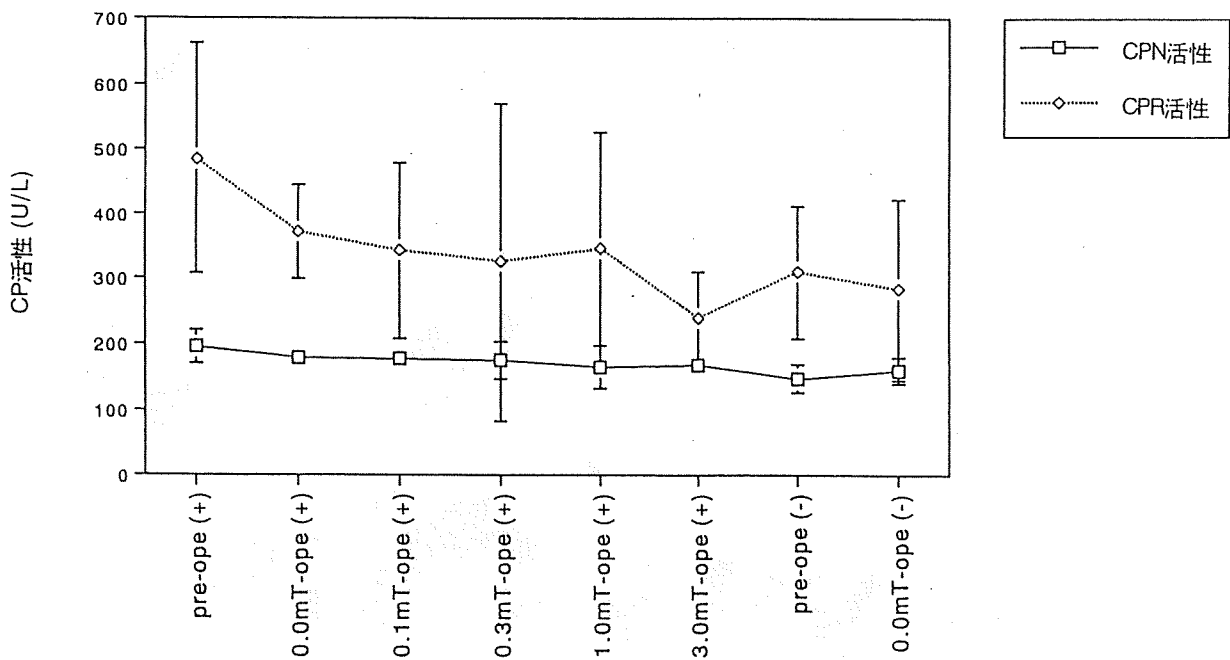


図3. 肝臓RNAのNorthern blot フィルム

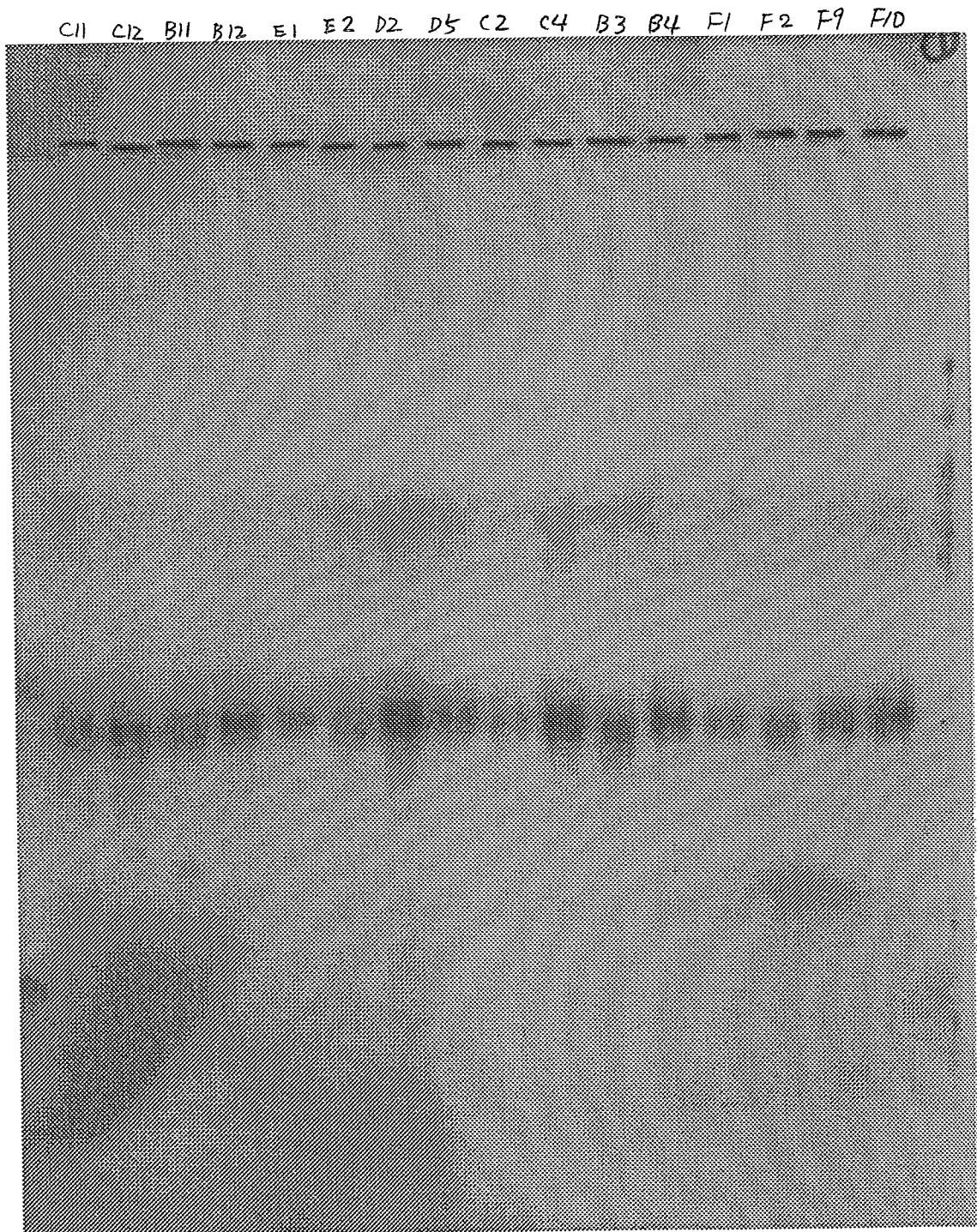


図4. 肝臓RNAのNorthern blot フィルム

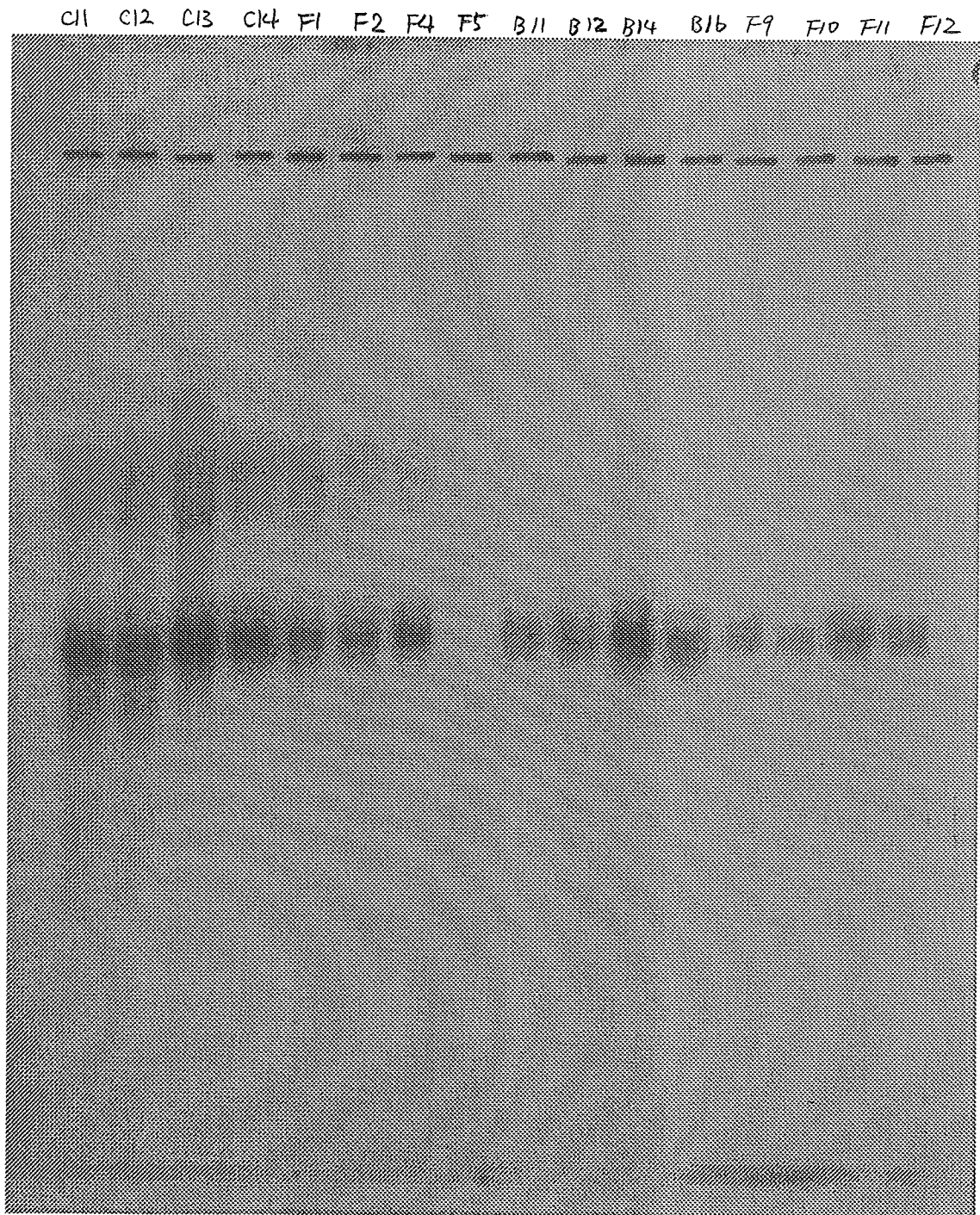
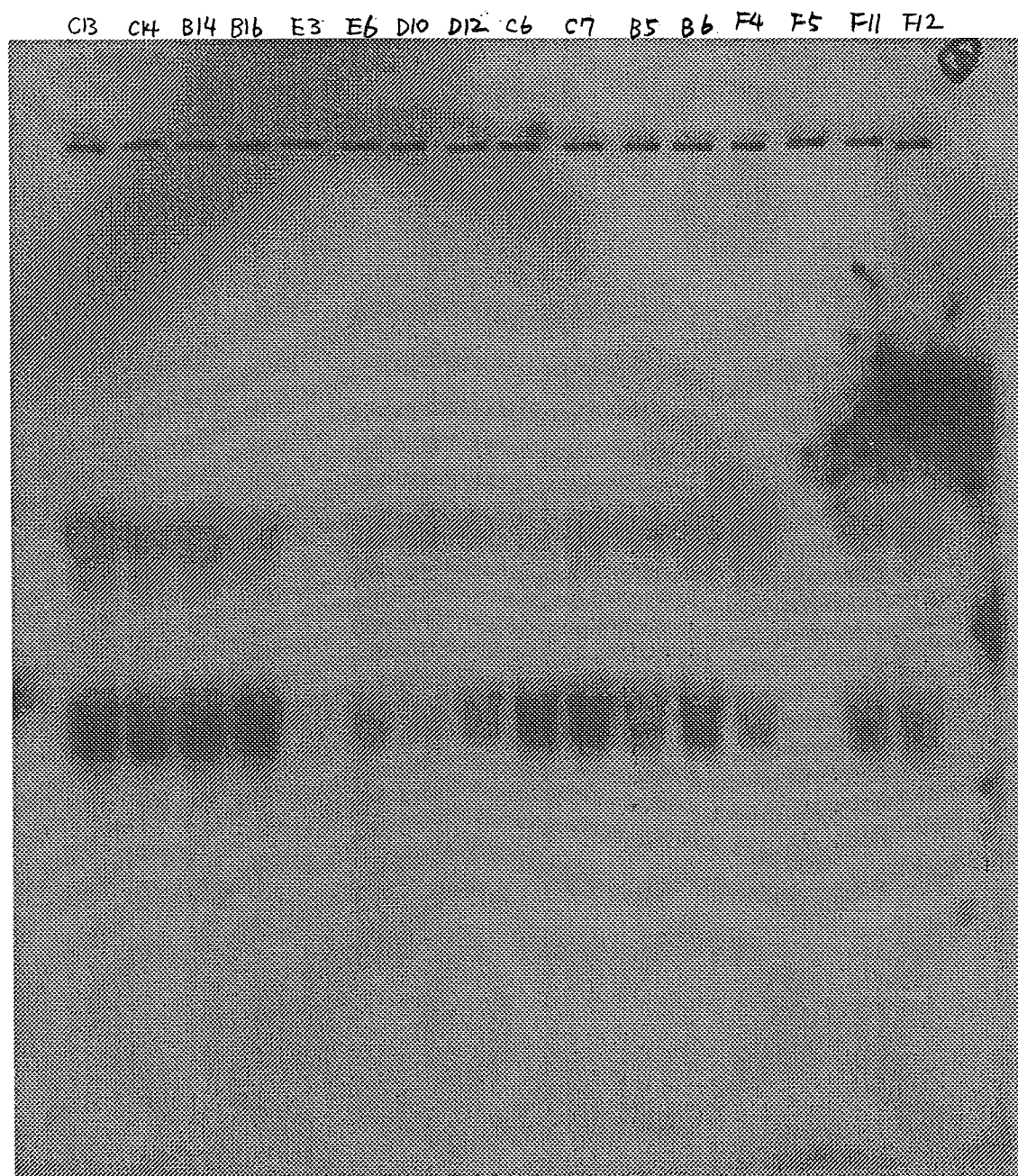


図5. 肝臓RNAのNorthern blot フィルム



## 電磁界暴露評価に関する研究

分担研究者 伊坂勝生 徳島大学工学部電気電子工学科教授  
多氣昌生 都立大学大学院電気工学専攻教授

## 研究要旨

居住環境における電磁界暴露評価を行うために、トランジェント磁界に着目した研究を進めた。帯域 2~220kHz のカウンタによる調査によると、新幹線（のぞみ）内ではディーゼル在来線よりもカウント数が少ないことが分かった。電気こたつは発生レベルと頻度の点から他の発生源以上に注目に値することを指摘した。

## A. 研究目的

極低周波（ELF）電磁界の人体影響に関する研究において、医学的研究と並行して工学的研究、すなわち電力設備周辺、居住・職場環境等における電磁界特性の解明および個人の電磁界曝露量の解析についての研究が進められている。

本研究に関連した平成 11 年度報告では[1]、個人磁界曝露量の実測を通して、曝露量を押し上げる要因として暖房器具および乗り物（新幹線車両や在来線電車）などの磁界発生源を見出し、その磁界特性を明らかにした。その上で、これらの磁界に含まれる過渡的（トランジェント）磁界についてのこれまでの研究結果をレビューし、今後の研究について考察を行った。

トランジェント磁界については、我々はすでに、生活環境中の商用周波電源に起因するトランジェント磁界の波形の観察と、その頻度の測定をテレビ周辺において明らかにしている[2]。この研究では、一般家庭における滞在時間の比較的長いと思われる居間の、磁界発生源と見なすことができるテレビ受像器付近が測定点として選ばれている。測定結果によると、テレビ使用時の平均レベルは 2.5mG から 3.5mG 程度であり、1 周期内での実効値に対して数倍以上のピークの発生は

24 時間の測定で 2 回に過ぎなかった。このときのピーク値は、一回が 15mG 程度、他の一回は 20mG を超えるものであった。これらのピークは立ち上がりが急峻であるが、数 10 ミリ秒以上の比較的持続時間の長いものであった。

本研究では、測定対象を乗り物、配電線、身の周りの各種電気製品にまで広げてトランジェントカウンタによる測定を実施し、トランジェント磁界の発生状況を明らかにする。さらに、身の周りの電気製品、主として電気こたつからのトランジェント磁界の波形を観察した結果について述べる。

なお、本報告書では磁束密度を単に磁界と呼び、その単位として G を用いる。

## B. 研究方法

本研究では、トランジェント磁界発生状況を観測するためにトランジェントカウンタを用いた。その動作原理、校正の結果および実測結果などについて述べる。また、トランジェント磁界波形の観察を行った。

## 1. トランジェントカウンタによる方法

トランジェント磁界の波高値を分析する方法、すなわちカウンタによる方法を用いて、乗り物（新幹線、在来線およびバス）内で測

定を行った。

### 1.1 トランジェントカウンタの説明

電気機器のスイッチングにより過渡的に強い磁界が発生することが知られている。最近このようなトランジェント磁界が注目されており、米国では 156 世帯において 24 時間あるいはさらに長時間の実測例がある[3]。

この測定ではしきい値を超える頻度が計測できるトランジェントカウンタが使用された。

このカウンタは周波数帯域が 2 ~ 220 kHz のバンドパスフィルタを通過する磁界信号が 2 つのしきい値、すなわち 0.03mG および 0.3mG を超える頻度を計数するものである。

一般にトランジェント磁界を測定する場合、その測定器の周波数帯域をどのようにするかによって結果は大きく異なる。上記のトランジェントカウンタの設計に際して、下限周波数の 2kHz は高調波磁界(数 100Hz)を除去するために設定されている。また、上限の 220kHz は神経刺激の効果が認められる上限周波数から決められている。しかしながら、そのしきい値の設定には物理的根拠は存在しないように見受けられる。

このカウンタの試作は、この程度の帯域であれば、通常集積回路が使えるなどの便利さもあって、行われたと推察されるが、本カウンタによる測定には、トランジェント磁界のほんの一部を測定する程度の意味合いしかないので、その測定結果の評価は極めて曖昧にならざるを得ない。しかしながら、2 ~ 220 kHz の帯域の磁界が存在するかどうか、その波高値は概略どの程度か、と言った情報を得ることができるので、この種のカウンタを用いた。

今回使用したトランジェントカウンタは Enertech 社のもので、しきい値として 0.05mG と 0.5mG をもつ 2 チャンネルのカウンタである。周波数特性は上記と同様で、2 ~ 220 kHz となっている。1 つの過渡磁

界を 2 回カウントするのを避けるために、最小サンプリング間隔を  $2.25\text{ms} \pm 0.3\text{ms}$  と設定している。カウントの最大値は、サンプリング間隔 10 秒で 4400 前後である。なお、通常の E L F 磁界測定器では直交 3 軸のそれぞれの磁界の 2 乗の和の平方根を合成磁界としているが、ここでは 200kHz の磁界測定を可能にするために磁界の各成分の絶対値の和を測定対象としている。

### 1.2 トランジェントカウンタの校正

今回の校正では、直径 50cm のヘルムホルツコイルを使用して、一様磁界を発生させ、その中にトランジェントカウンタのセンサコイルを配置した。また、関数発生器(岩通製 SG-4111 / 正弦波ひずみ率: 1%) より任意の周波数・電圧を発生させ、実験回路の数種類の負荷抵抗を挿入し、回路に流れる電流を調節した。選定した周波数は 60、600、 $6 \times 10^3$ 、および  $600 \times 10^3 \text{Hz}$  である。今回の校正条件を表 1 に示す。

今回の校正結果によると、トランジェントカウンタは、2 つの磁界閾値(0.05mG、0.5mG)と、周波数帯域(2KHz ~ 220KHz)で測定できていることになる。また、最小サンプリング間隔については、10 秒測定を、5 秒で電源を切ったところ、カウント数は 10 秒の時の約半分になっていた。

実験して気づいた点は負荷抵抗の挿入位置である。この負荷抵抗の挿入の目的は (1) 電流の制限、(2) その両端に発生する電圧値から電流値への変換、であるが、電流の制限のみの場合にはその位置は回路のどこでも差し支えない。しかしながら、回路電流の大きさを測定するためにその波形を観察する際には、関数発生器と波形観察装置の筐体が同一電位になるように抵抗を適切に挿入しなければならない。この点に不注意があると構成回路に雑音が発生し、トランジェントカウン



タの誤動作が見られるようになる。

実験に使用したカウンタは商用周波数 (60Hz) および高調波 (周波数: 数 100Hz) 電流に因る正弦波磁界では動作しないことがわかった。カウンタの設計条件の通り、6kHz の正弦波磁界では動作していることが確認できた。このカウンタは単発の過渡磁界が 2~220kHz の帯域の信号を有する場合には動作する可能性がある。また、このカウンタは、同一の帯域の成分を含む正弦波状の磁界が繰り返し連続して発生する場合にも動作する可能性がある。後者の場合の磁界は過渡磁界ではないことに注意が必要である。

表 1 校正回路の条件

周波数 (Hz)	電流 (mA)	電圧 (V)	負荷抵抗 ( $\Omega$ )
60	0.133	2	15k
600	0.133	2	15k
6K	0.133	2	15k
600K	0.133	2	15k
60	0.466	7	15k
600	0.466	7	15k
6K	0.466	7	15k
600K	0.466	7	15k
60	0.006	1	150k
600	0.006	1	150k
6K	0.006	1	150k
600K	0.006	1	150k
60	11.63	0.5	43
600	11.63	0.5	43
6K	11.63	0.5	43
600K	11.63	0.5	43

## 2. トランジェント磁界波形の観察

供試電気こたつはファンを有し、交流 100V - 600W のサーモスタット温度制御式である。そのサーモスタットの on/off によってトランジェント磁界が発生する。

磁界センサーコイル・増幅器 (周波数特性は 40~10 kHz/昭電製、MFM-12A) およびオシロスコープ(Fluke 製、190)を用いて、ま

ずいくつかの電気機器等から発生するトラン

ジェント磁界を測定した。その結果、トランジェント磁界の大きさ、そして発生頻度等を、総合的に考察して、電気こたつから発生するトランジェント磁界の波形の測定に力点を置くことにした。

この電気こたつの上面ほぼ中央に測定を取り、そこにセンサーコイルを設置して各種の測定を行った。また、20分間通常使用した時のトランジェント磁界の発生回数や、その傾向についても測定を行った (室温 26°C、ふとんなし)。また、同時に電流波形をクランプオン CTにより測定を行った。この CTの周波数特性は DC~100kHz である。

なお、電気こたつの他に、卓上蛍光灯、扇風機、テレビ、電子レンジからの典型的なトランジェント磁界波形のデータを収集することにした。

## C. 研究結果と考察

### 1. トランジェントカウンタによる実測

測定の一例として、徳島-高松間の特別急行列車 (うずしお号)、高松-岡山間の直流電車 (マリンライナー号) および岡山-新大阪間の新幹線 (のぞみ号) の乗客座席における 10 秒あたりのカウント数と経過時間の特性をそれぞれ図 1、2 および 3 に示す。この特別急行はディーゼル駆動車であり、0.5mG を超える磁界が発生する頻度が多くなっているが、直流電車ではその頻度は少なくなっている。一方、新幹線では、0.5mG を超える磁界の発生の頻度は殆ど無いことがわかった。また、大阪-徳島間の高速バスでは、図 4 に示すように 0.5mG を超える磁界に頻度は比較的多くなっている。これらの測定値を平均値で整理すると、図 5 を得る。この結果から、新幹線のぞみ号では 0.5mG を超えるカウント数は 4 つの交通機関の中で最も少なくなっている。新幹線のぞみ号では 1kHz 以下の交流磁界が最も大きいことを考

え合わせると、こののぞみ号ではスムーズな電流制御が行われていると考えられる。これら4つの交通機関の走行距離1km当りのトランジェント磁界発生回数を整理すると、図6を得る。この図から、新幹線ののぞみ号ではディーゼル特急うずしお号に比して、低カウント数と高カウント数はそれぞれ1/10および1/100以下になっていることがわかる。

次に、平日の昼間の配電線(6.6kV)下での実測結果を図7に示す。0.5mGの磁界レベルを超えた記録が僅かに得られている。他の時間帯(平日夜間、週末昼間、週末夜間)にはその発生は観察されなかった(図8参照)。一方、0.05mGを超える頻度は多く観察されている。

身の周りの電気製品(コピー機、CRTパソコン、液晶パソコン、テレビ、CDプレイヤー)についての実測を行った。これらの機器についての実測結果を図9に示す。テレビやCRTパソコンから0.5mGを超える磁界が観測されているが、これはのこぎり波状の水平掃引信号によるものと考えられる。この磁界は繰り返し波形となっており、トランジェント磁界と呼ばれるものではない。

## 2. カウンタによる測定結果のまとめ

電気製品・電力機器から発生するトランジェント磁界の時間波形は千差万別となり、これを1つの周波数帯域と2つの磁界波高値を超える回数によって定量化することは不可能であり、この限られた情報で検討できる事項は少ない。トランジェント磁界の生体影響の作用機序から、周波数帯域幅および強度が決められなければならない。

## 3. トランジェント磁界の測定結果

### 3.1 電気こたつからの磁界

供試電気こたつは熱拡散用のファンを有する交流100V・600Wのサーモスタット温度制

御式のものである。こたつの上面にループ状の電熱線が配線され、中心部にファン駆動用のモータがあるため、その中心部では使用時には400mG程度になっている。

供試電気こたつはサーモスタットの動作により温度コントロールされるようになっており、その動作瞬時に過渡電流が流れ、トランジェント磁界が発生する。このような磁界波形の一例を図11に示す。図中の下側の波形は電熱線に流れる電流波形で、大きな電流の過渡的变化がはっきりと分かる。同図中の上側の波形はこたつ上面中央における磁界波形であるが、過渡的变化は電流のそれと比較して大きくない。その理由は、ファン駆動用モータは温度制御に関係なく、連続回転しているからである。

一般にサーモスタットの動作は機械的であるから、電流の最大値でオン状態になる場合もあれば、電流零の瞬時にオン状態になる場合もある。したがって、そのスイッチングによる過渡現象は一義的には決まらない。

図11は、電気こたつのほぼ中央に測定点を取り、そこにセンサーコイルを設置して測定を行った時に得られた波形である。20分間通常使用した時のトランジェント磁界の発生回数や、その傾向についての測定結果である(室温26℃、ふとんなし)。スイッチングの位相が事象ごとに異なることが分かる。各々のトランジェント磁界波形を見ると、先に挙げたような瞬間的に大きな変化している事例は少ない。むしろ小さい変化をしている事例の方が多いようである。しかしながら、どの波形も少なからず瞬間的な磁界の変化をもたらしており、その発生回数も比較的多い。さらにデータを増やして検証する必要があるようである。

次に、電流波形と磁界波形の比較を

行った。実験中に電流波形と磁界波形を比較したところ、本来同一であるべきものが、磁界波形の方が電流波形に比してやや歪んでいることに気が付いた。そこで、両波形の周波数分析を行ったところ、やはり、基本周波数以外の周波数の成分に違いが見られたので、センサコイルと増幅器の矩形波応答特性と三角波応答特性の試験を行った。その結果をそれぞれ図 12 および 13 に示す。磁界センサコイルは、三角波に対しては忠実な信号をピックアップしているが、矩形波になると、立上がりおよび立下がりの瞬時にはよく応答しているが、多少のオーバーシュートやアンダーシュートが見られる。磁界センサコイル・増幅器の周波数帯域は 40Hz ~ 10 kHz であるのに対し、電流測定系の周波数帯域は DC ~ 100kHz である。すなわち、直流分が含まれるような波形に対しては磁界センサーは追従が難しいことを物語っている。

### 3.2 身の周りの電気製品からの磁界

次に、卓上蛍光灯、扇風機、テレビ、電子レンジなどの電気製品から発生するトランジェント磁界の測定を上記の磁界センサーコイルを用いて行った。

まず、卓上蛍光灯の電源を入れた瞬間に得られた磁界波形を図 14 に示す。測定場所はスイッチ近傍である。このような大きなパルス状の磁界はスイッチを入れると常に発生するのではなく、稀に発生することが実験的に分かった。

次に図 15 に示すように、扇風機からの波形は、モータの近くにセンサーコイルを配置し、抵抗式のスイッチにより風速を強中弱と幾度か変化させた時に得られた波形である。これより、スイッチを操作した時はほぼ毎回

トランジェント波形が発生している事が分かる。また、その中の 1 つのトランジェントをズームした波形を図 16 に示してある。

テレビの電源を入れた瞬間に図 17 および 18 に示す波形が観察された。この波形には水平掃引信号などの複数の周波数の波形が含まれている。

電子レンジにおいては、加熱を開始した後に出力が変化しており、その瞬間の波形を測定した(図 19 参照)。図 20 はオシロスコープの入力レンジを変えて再び測定を行ったものである。その瞬間の発生磁界は通常時の 20 倍以上である事が読み取れる。このトランジェント磁界は非常に大きい磁界といえる。

図 21 は電気こたつの波形は電源を切っていた状態からスナップスイッチにより電源を投入し、約 0.5 秒に遮断した瞬間の波形である。

以上の研究結果を総括すると、扇風機や電子レンジ、卓上蛍光灯等はそのトランジェント磁界の発生回数が少なく、またその近傍に滞留する事が少ない。一方、電気こたつに着目すると、特に温度調節時のトランジェント磁界の発生回数が多い上に、その近くに滞留する時間は冬期の間は割に長くなる。したがって、低周波のトランジェント磁界を考える場合、電気こたつからの磁界は検討に値すると考えられる。

### D. 今後の研究

本研究の目的は、(1)生活環境でのトランジェント磁界を調査する、(2)その磁界を人工的に作り出す、そして(3)その磁界環境下で生体実験を行う、ことである。すなわち、本年度収集されたトランジェント磁界の波形を生体曝露実験システムの入力とし、生体を実際に得られたトランジェント磁界に曝露することを目的としている。このためには、まず典型的なトランジェント磁界の波形とその

発生頻度を決定しなければならない。これらの情報を波形発生装置に入力し、増幅器を通してコイルに電流を流すと、所定の磁界が得られるので、技術的にはさほど難しくない。ただ、トランジェント磁界として高周波成分を取り入れたものになると、曝露ケージの仕様によってはかなり厳しい技術的対応が必要になると考えられる。

#### E. 結論

本年度の研究により次の点を明らかにした。

- (1) トランジェントカウンタによる測定結果によれば、高速バス、ディーゼル特急列車、直流電車、新幹線（のぞみ）の順に平均カウント数は小さくなっている。
- (2) 走行距離 1 km 当たりのトランジェント発生回数を整理すると、新幹線（のぞみ）はディーゼル特急に比し、高カウント数（0.5 mG を超える回数）は 1/100 以下になっている。
- (3) 屋内生活空間におけるトランジェント磁界の発生源は多くあるが、電気こたつはそのレベルも高く、発生頻度も多いことが分かった。
- (3) 電気こたつに使われているサーモスタットは機械的スイッチの一種であるが、電流の導通、遮断時に振動性の高周波磁界は出ないことが確かめられた。

#### 参考文献

- [1] 伊坂、多氣：電磁界曝露評価に関する研究（分担研究）、平成 11 年度厚生科学研究費補助金・研究報告書
- [2] 多氣、伊坂：電磁界曝露評価に関する研究（分担研究）、平成 10 年度厚生科学研究費補助金・研究報告書
- [3] W. T. Kaune et al.: Rate of occurrence of transient magnetic field events in U.S. residences, *Bioelectromagnetics*, Vol. 21,

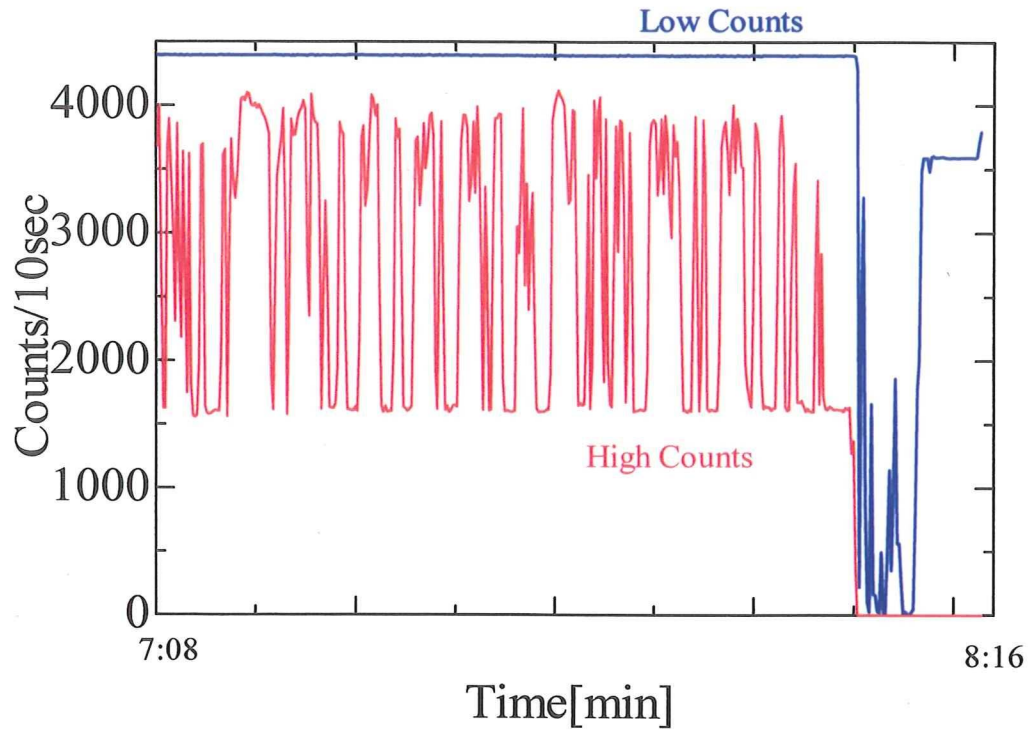


図1 特急うずしお内におけるカウント数の時間変化

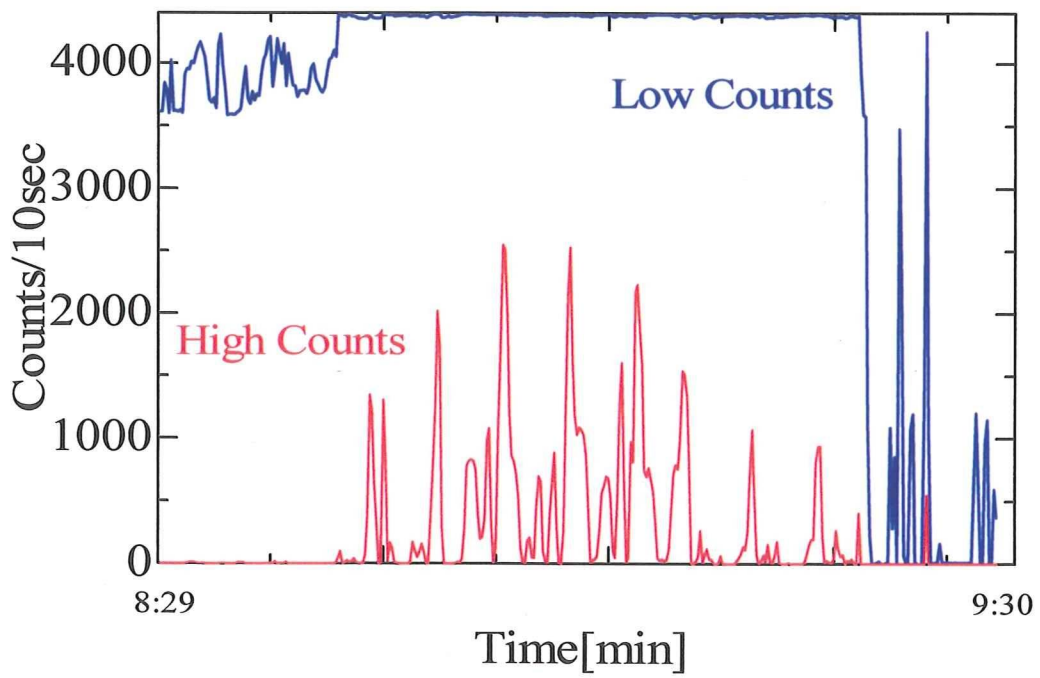


図2 マリンライナー内におけるカウント数の時間変化

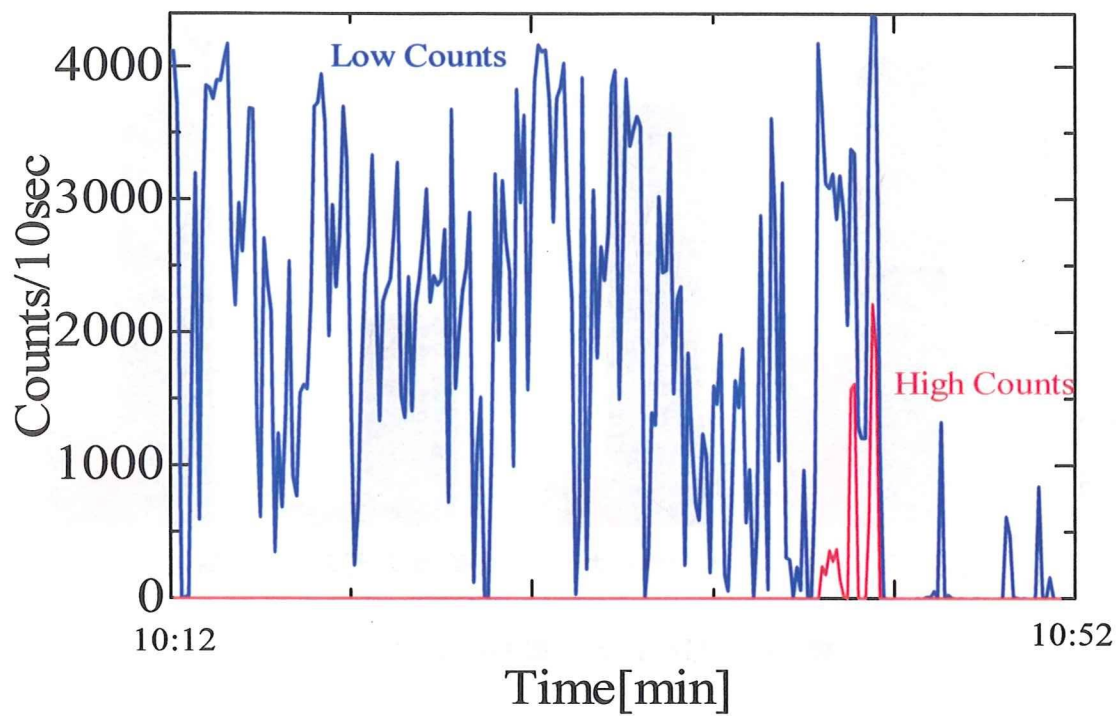


図3 新幹線(のぞみ)内におけるカウント数の時間変化

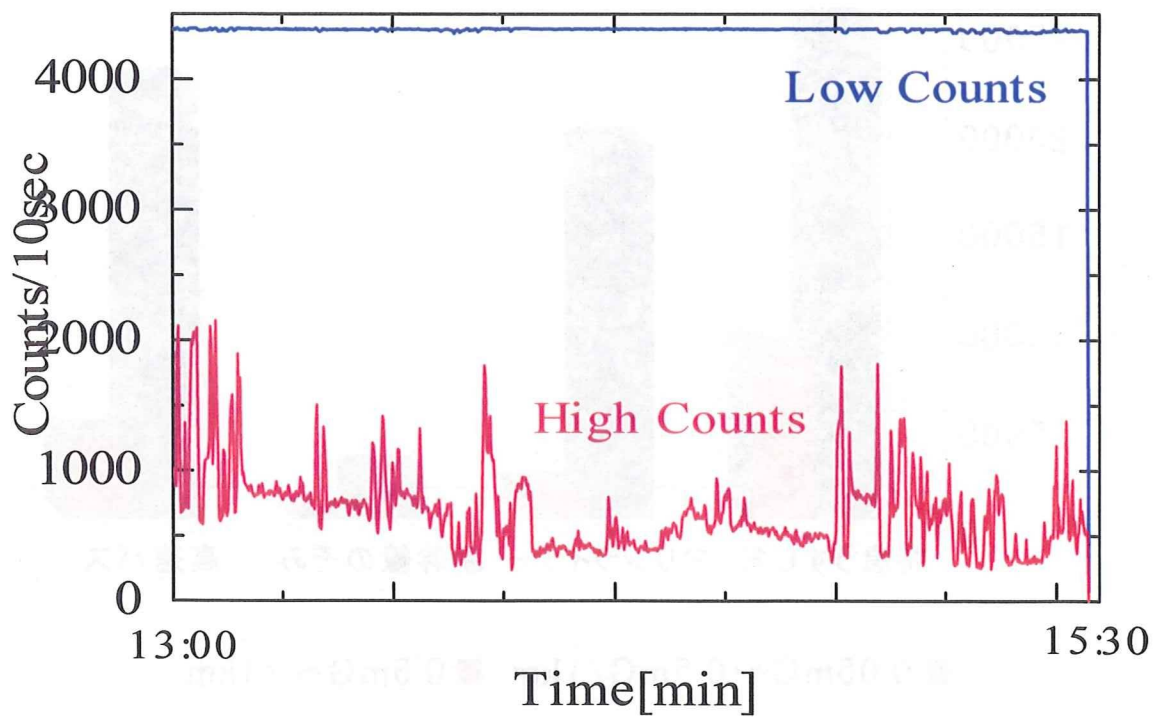


図4 高速バス内におけるカウント数の時間変化

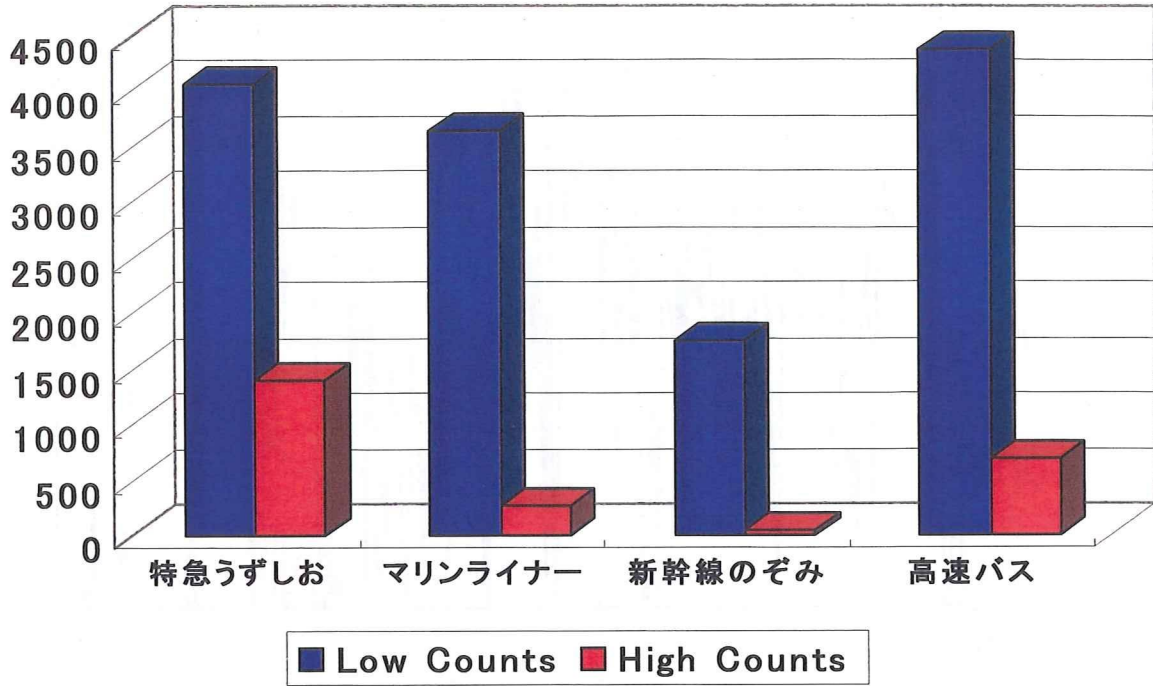


図5 各交通機関での平均値

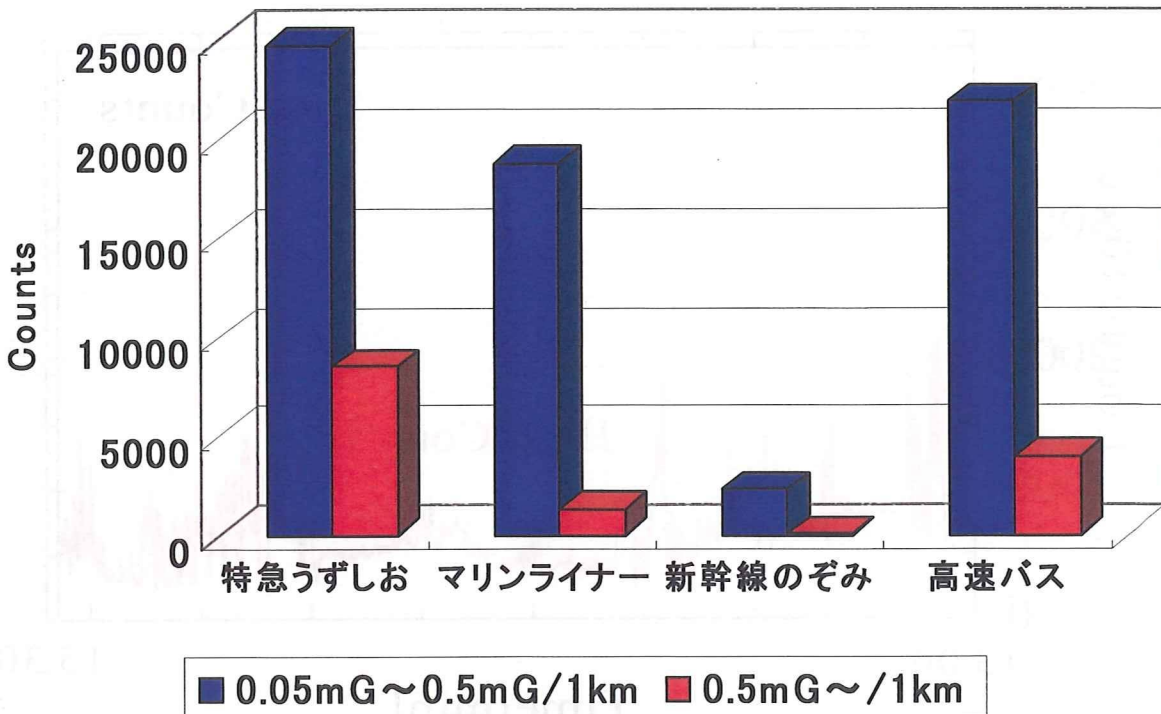


図6 1 km 移動の際のカウント

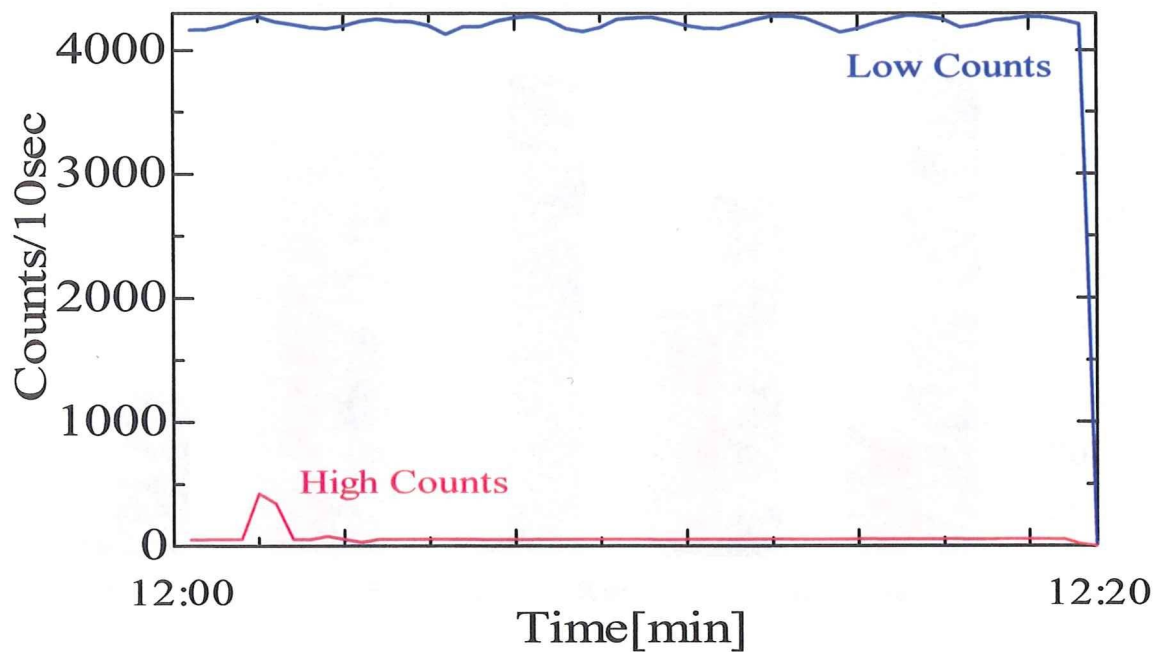


図7 平日昼間の配電線におけるカウント数の時間変化

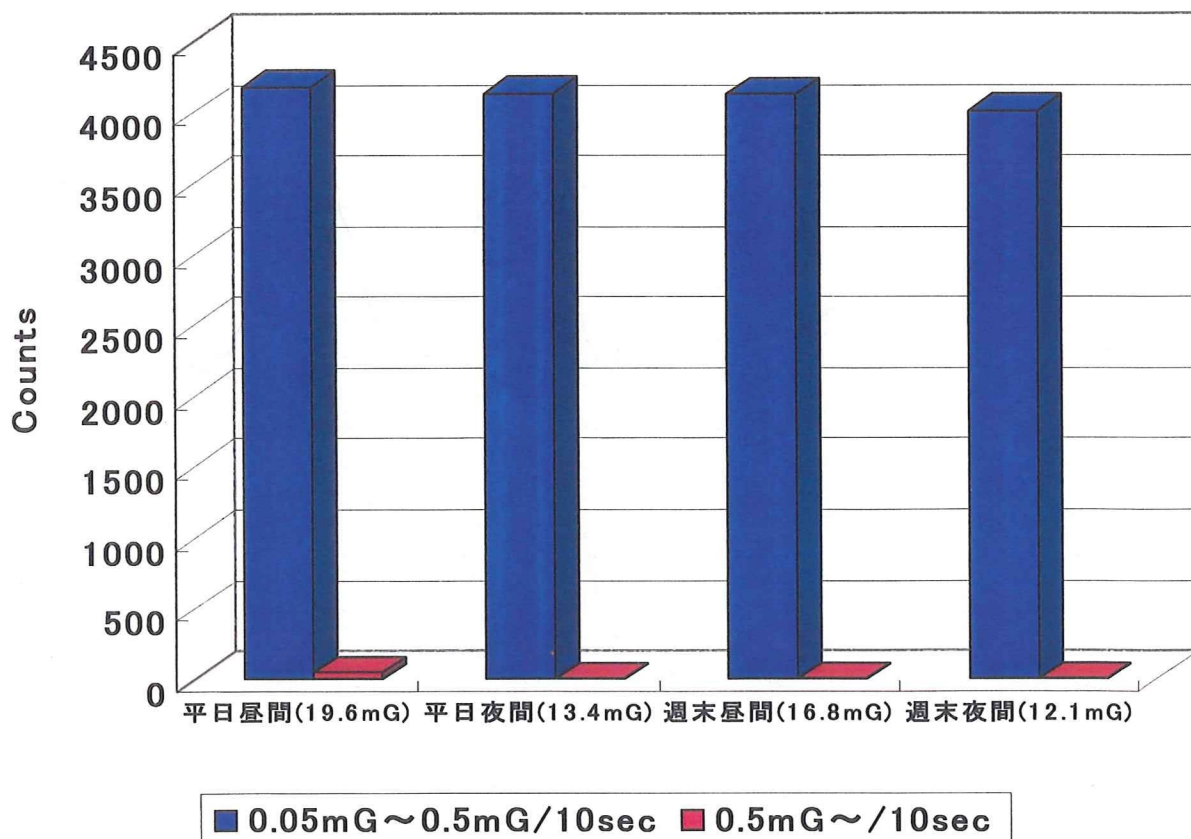


図8 配電線での時間帯比較



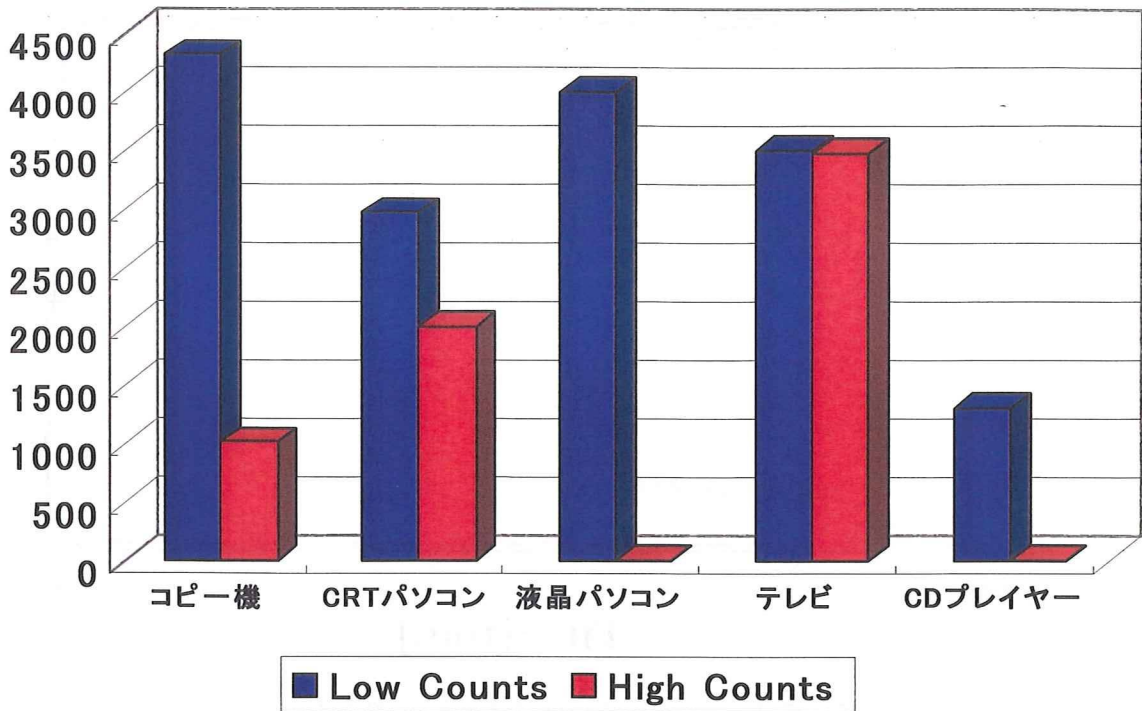


図9 各種電気製品での比較

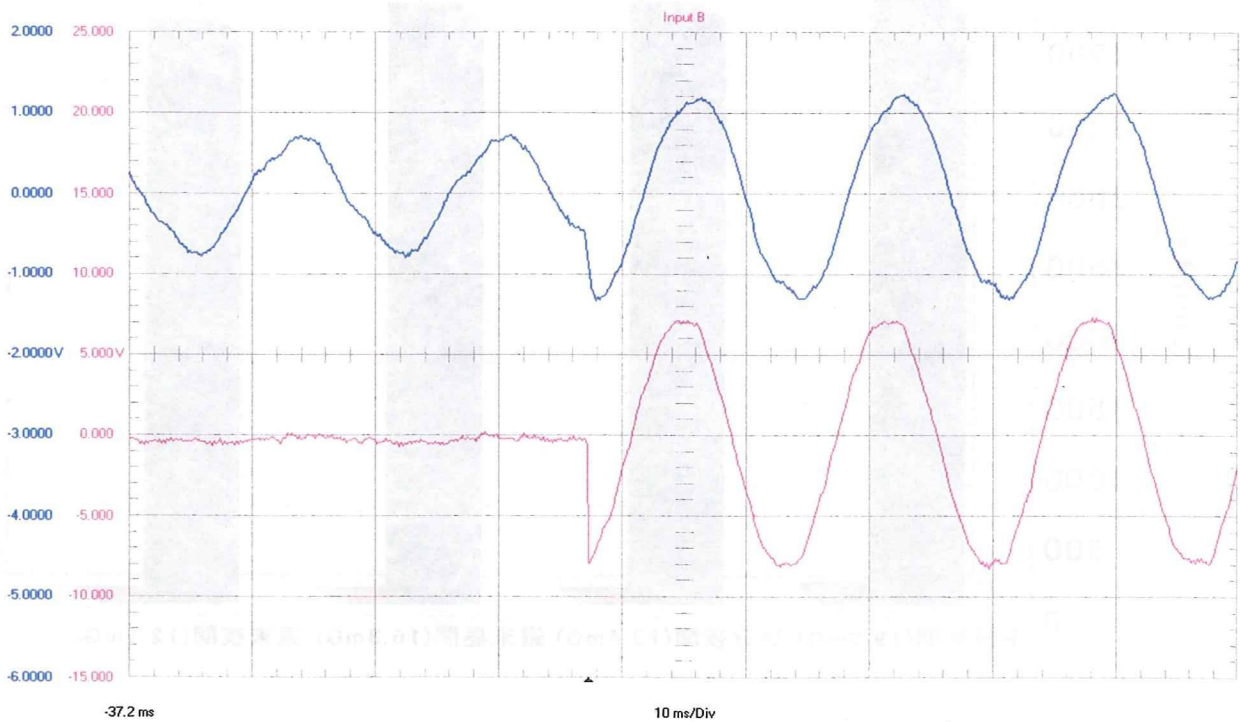


図10 サーモスタット on時 磁界(上)/電流(下)

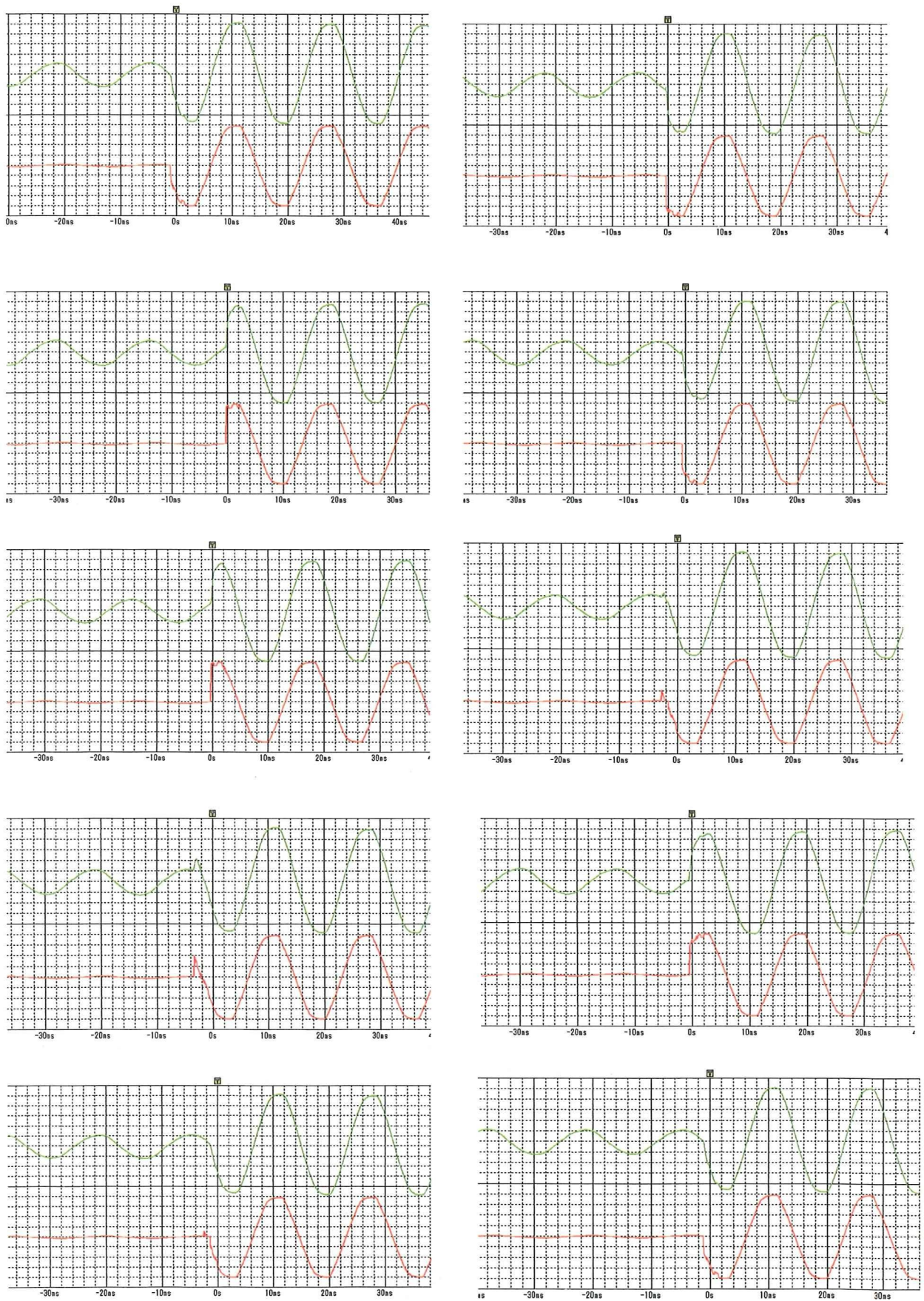


図 11 長期観測において発生したトランジェント波形

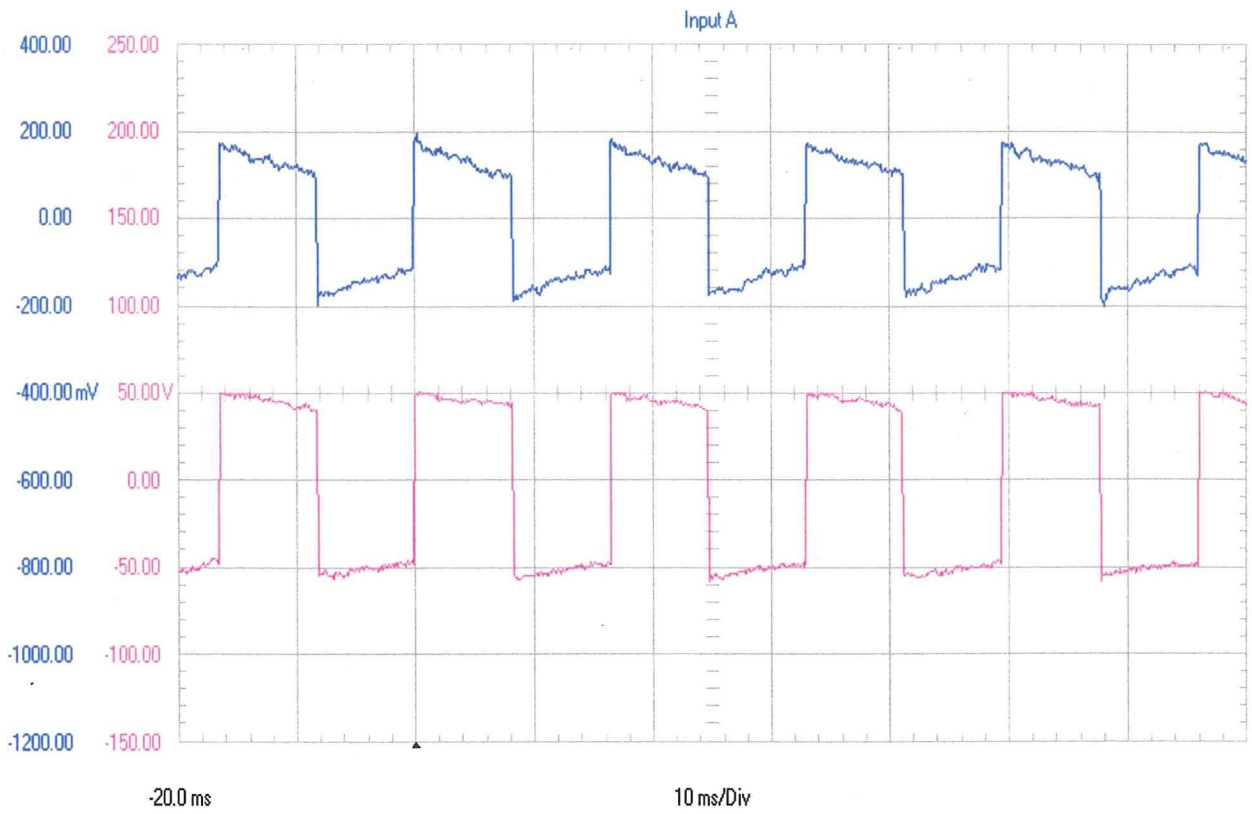


図 12 磁界センサーコイル 応答特性 (矩形波)

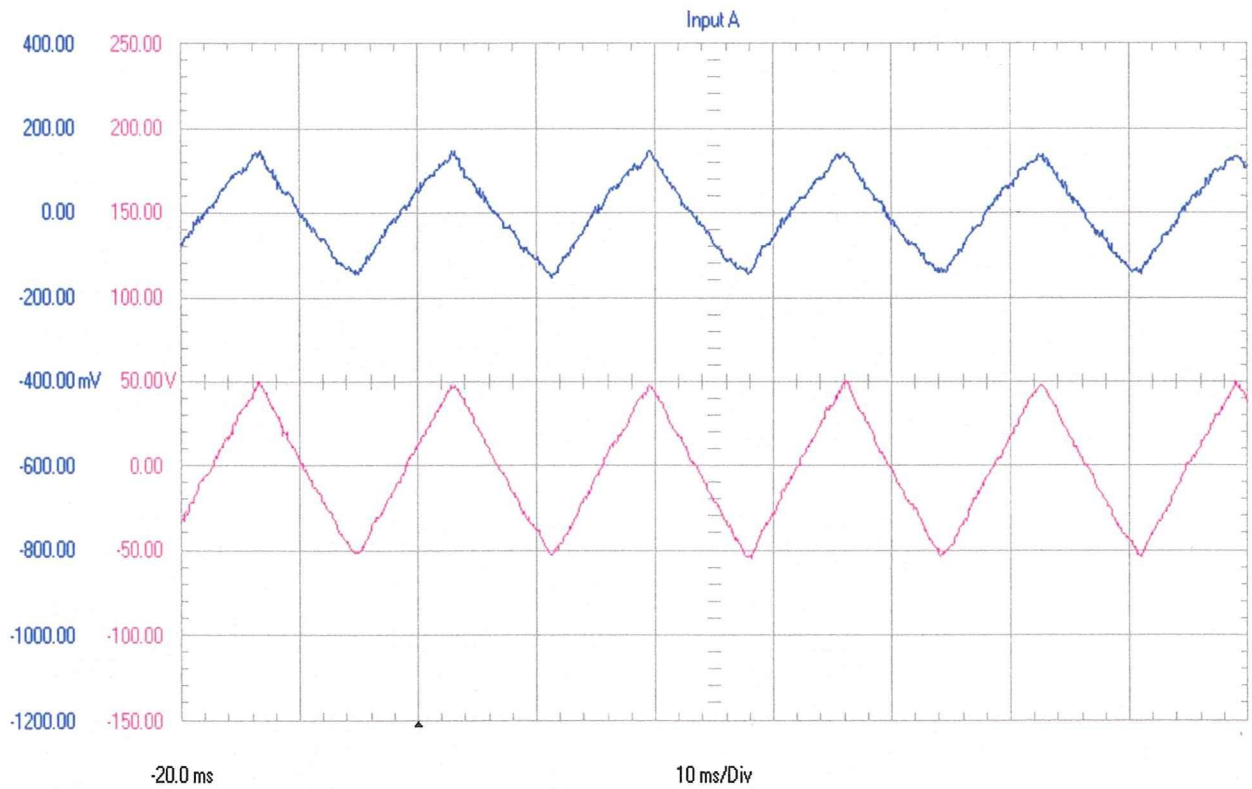


図 13 磁界センサーコイル 応答特性 (三角波)

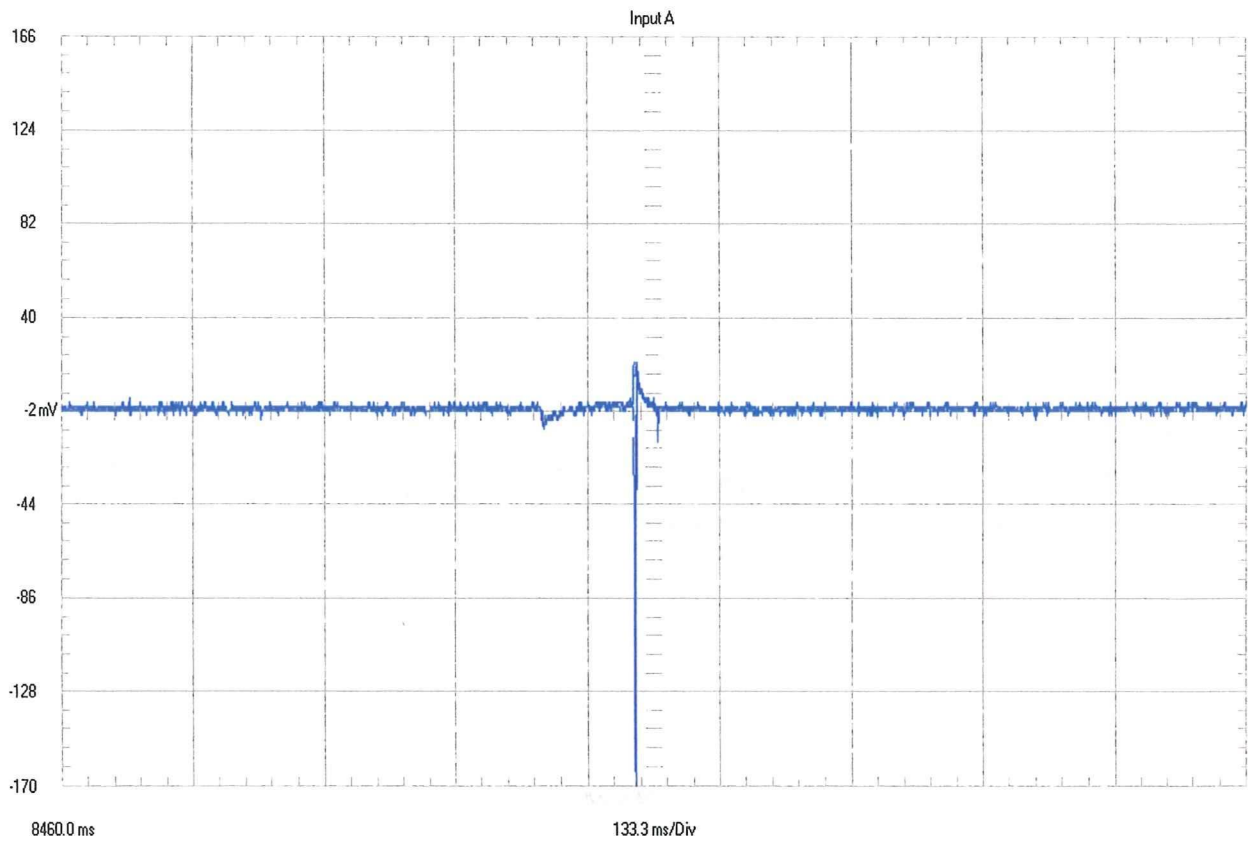


図 14 卓上蛍光灯からのトランジェント磁界

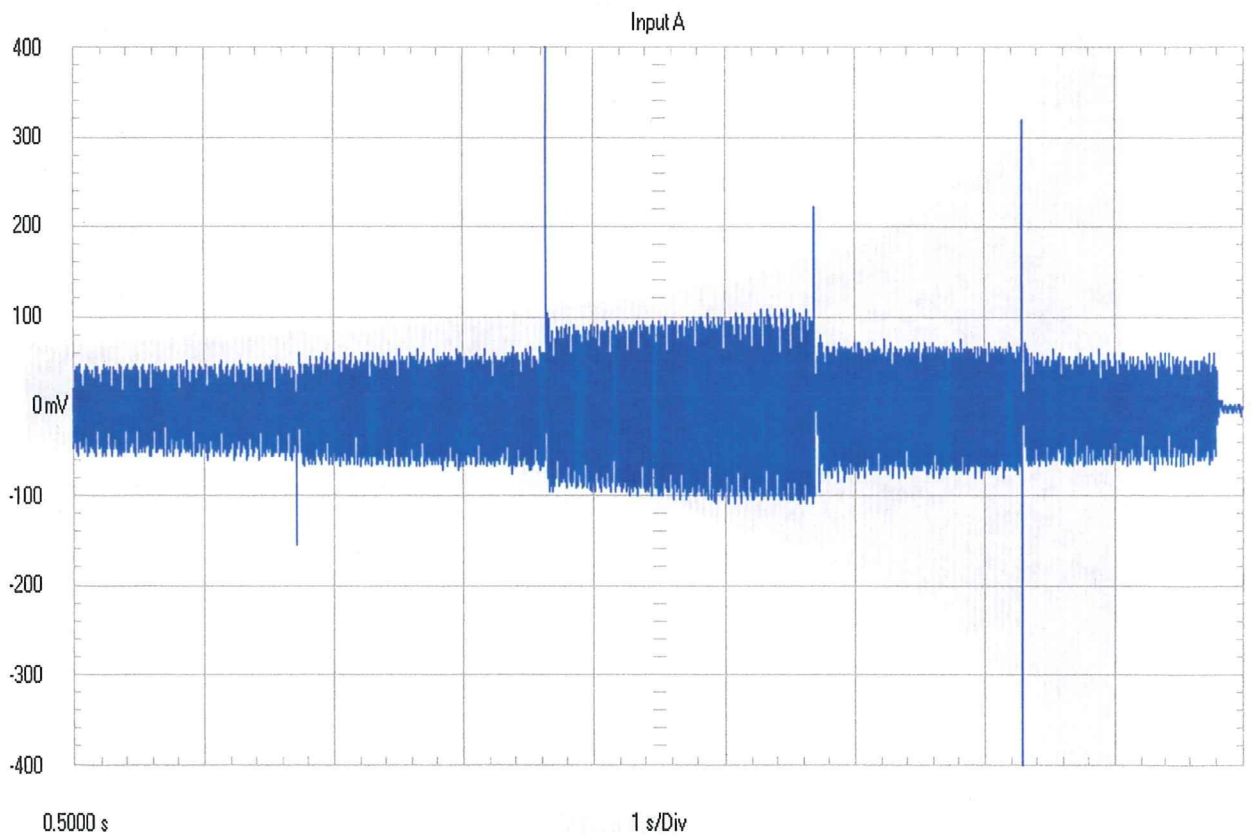


図 15 扇風機からのトランジェント磁界