

交流磁気によるテレビ画像の揺れ評価に関する研究

Study on the Valuation of Picture Flickering with Alternating Magnetic Field

石橋 孝一 KOICHI ISHIBASHI

本研究は、大画面・高品位テレビを対象として被験者による画像揺れ評価実験を行い、テレビ設置のための交流磁気の基準値を提案するものである。

実験結果より、交流磁気の基準値として推奨値は、 $1\mu\text{T}$ (実効値) とした。理想値としては、将来のテレビの高品位化やデジタル放送による静止画への対応も考慮し $0.5\mu\text{T}$ とした。

キーワード：送電線、環境磁場、高品位テレビ、画像揺れ

This research focuses on proposing new standard of the recommendable alternating magnetic field to offer the best environment for setting up a television device at an ordinary living space. The survey was conducted on the valuation of picture flickering by unbiased adults.

Key Words: Power line, Magnetic environment, High precision television, Picture flickering effect

1. はじめに

送電線などから発生する交流磁気は、建物内のテレビやパソコン用モニターなどの画像に、揺れ障害を生じさせる。

送電線直下や周辺では、離隔距離などを定めた電気設備技術指針の条件を満たせば、建設が可能である。しかし、磁気の具体的な影響に関する指針は定められていないのが現状である。

画像に揺れが生じる閾値に関しては、産業用情報処理・制御機器設置環境基準 (JEIDA-63-2000)¹⁾が、パソコン用モニターでは 1A/m ($1.26\mu\text{T}$: マイクロテスラ) という基準値を設定している。また、テレビでは 29 型 (4:3 画面) を対象として $1\sim 2\mu\text{T}$ という実験報告²⁾ 等があるものの、条件による差が大きく、正当化された基準値はない。

一方、デジタル放送の開始を受けて、テレビの大画面化、高品位化が進んでおり、情報インフラとしてのテレビの重要性が高まる中、画像揺れ障害はこれまで以上に顕在化することが予想される。

本報は、大画面・高品位テレビを対象として被験者による画像揺れ評価実験を行い、テレビ設置のための交流磁気の基準値を提案するものである。

なお、本研究は、三井住友 (旧三井) 建設(株)、(株)フジタ、東急建設(株)が、送電線から発生する磁気の影響について共通の評価法を策定し、具体的な環境磁場の予測・低減対策技術の開発を相互に協力して推進するために、平成 12 年 10 月より共同で実施した成果の一部である。

2. 画像揺れ評価実験

(1) 実験用映像システム

テレビ映像は、プログレッシブワイドテレビとプログレッシブ対応 DVD ビデオプレーヤーを用いて、16:9 画面で高品位に再生することとした。映像に関しては、画質の比較も行うため、従来型の VHS ビデオも併用した。

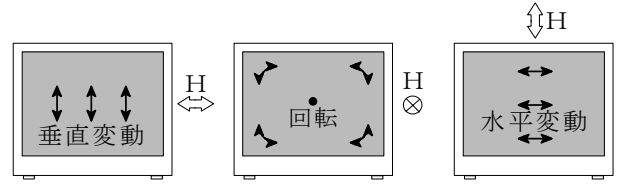
以下、使用する機器を記載する。

- ・32 インチプログレッシブワイドテレビ 走査線 1125 本、D4 端子
- ・DVD ビデオプレーヤー デジタルダイレクトプログレッシブ、D2 端子
映像は、コンポーネントビデオコード (D 端子用) でテレビと接続する。
音声は、音声コード (白・赤) でテレビと接続する。
- ・VHS ビデオカセットレコーダー 映像・音声コード (黄・白・赤) でテレビと接続する。
映像は、以下の 4 種類である。

- ①DVD 一般動画「京都 冬初詣」…標準的な高画質映像
- ②DVD 静止画「京都 冬祭の暦」…文字を多く含む静止画
- ③DVD 映画「グラディエーター」…動きの激しい高画質映像
- ④ビデオ動画「バレーボール」…繰り返し録画した粗い映像

(2) 磁気の印加方法

磁気は、三軸ヘルムホルツコイル式大型磁場発生装置（フジタ所有）により印加する。装置の中心にテレビを設置し、テレビ中心部で所定の磁場（強さ：0~5μT, 周波数：50Hz）となるようなコイル電圧を X・Y・Z 方向別に設定した。X 方向はテレビ正面に向かって左右方向, Y 方向は前後方向, Z 方向は上下方向とした。



X方向(左右方向) Y方向(前後方向) Z方向(上下方向)

交流磁気の印加方向とテレビ画像揺れの関係を図-1に示す。

図-1 交流磁気の印加方向とテレビ画像揺れの関係

「H」は磁気を表す。テレビ画像の揺れは、電子ビームの軌道が磁気的作用で屈曲することにより生じる。

本実験の磁気の強さは、人体・機器への影響問題で一般的に用いられている実効値をベースに設定した。以下、特に断りがない限り、磁気の強さは実効値で表現するものとする。

表-1 三軸磁場発生装置の諸元

ペアコイル組数	X・Y・Z方向それぞれ1組, 計3組
コイルサイズ	外径：2600mm×2600mm (正方形) 内径：2510mm×2510mm (正方形) 間隔：2000mm
発生磁界強度	0~±200μT (DC), 0~141μT (AC)
発生磁界周波数	DC~100Hz

今回使用した三軸磁場発生装置の緒元を表-1に示す。また、三軸ヘルムホルツコイル式大型磁場発生装置の磁気の均一性を確認するため、テレビを設置する空間の磁気分布も計測した。計測に使用した機器は、三軸のセンサーを持つフラックスゲートタイプである。

表-2 テレビ設置空間の磁気分布の計測結果

テレビのサイズは幅 630mm×高さ 400mm×奥行 550mm である。計測点は、テレビの中心点を原点として、左右方向(+315mm, ±0mm, -315mm), 前後方向(+275mm, ±0mm, -275mm), 上下方向(+200mm, ±0mm)に合計 18 の計測点を設定した。

(波高値)

位置	方向	左(+315mm)		中央(±0mm)		右(-315mm)	
		上(+200mm)	中央(±0mm)	上(+200mm)	中央(±0mm)	上(+200mm)	中央(±0mm)
前 (+275mm)	X方向 (比率)	28.6 mG (1.011)	28.8 mG (1.018)	27.4 mG (0.968)	27.6 mG (0.975)	28.5 mG (1.007)	28.7 mG (1.014)
	Y方向 (比率)	28.4 mG (1.004)	28.5 mG (1.007)	28.9 mG (1.021)	28.8 mG (1.018)	28.4 mG (1.004)	28.6 mG (1.011)
	Z方向 (比率)	27.8 mG (0.982)	27.2 mG (0.961)	28.4 mG (1.004)	27.8 mG (0.982)	27.8 mG (0.982)	27.5 mG (0.972)
中央 (±0mm)	X方向 (比率)	29.0 mG (1.025)	29.1 mG (1.028)	28.0 mG (0.989)	28.3 mG (1.000)	28.9 mG (1.021)	29.1 mG (1.028)
	Y方向 (比率)	27.2 mG (0.961)	27.4 mG (0.968)	27.9 mG (0.986)	28.3 mG (1.000)	27.2 mG (0.961)	27.4 mG (0.968)
	Z方向 (比率)	28.1 mG (0.993)	27.8 mG (0.982)	28.7 mG (1.014)	28.3 mG (1.000)	28.3 mG (1.000)	27.8 mG (0.982)
後 (-275mm)	X方向 (比率)	28.7 mG (1.014)	28.8 mG (1.018)	27.5 mG (0.972)	27.6 mG (0.975)	28.7 mG (1.014)	28.8 mG (1.018)
	Y方向 (比率)	28.3 mG (1.000)	28.5 mG (1.007)	28.8 mG (1.018)	28.7 mG (1.014)	28.3 mG (1.000)	28.5 mG (1.007)
	Z方向 (比率)	27.8 mG (0.982)	27.2 mG (0.961)	28.3 mG (1.000)	28.0 mG (0.989)	27.7 mG (0.979)	27.5 mG (0.972)

テレビ設置空間の磁気分布の計測に関しては、テレビ中心部で2μTの磁気をX・Y・Z方向にそれぞれ印加した。

計測結果を表-2に示す。

表-2では、磁気の単位をミリガウスとした。これは計測で使用した Gauss 計がミリガウス表示のため、計測した数値をそのまま記載した。なお、1μT=10 mG である。また、使用した Gauss 計は、波高値表示であるため、実効値では 20 mG (2μT) となるが、表-2では波高値の 28.3mG (2.83μT) としている。

表-2の括弧内の数値は、テレビ中心部の計測値(28.3mG)を基準としたときの比率を示している。すべての計測点で、4%以内の差異に収まっている。よって、本実験に用いたテレビ設置空間は、ほぼ均一の磁場が印加できるといえる。

(3) 実験方法

実験は、2人組を基本的に被験者に対するアンケート方式で行った。被験者数は30人である。同一映像に対して、磁気の強さおよび方向が異なる磁気を無作為に印加し、その時のテレビ画像の揺れに対する気になり具合を、「我慢できない」、「多少気になるが我慢できる」、「全く気にならない」の3段階で評価した。評価時間は10~15秒で、磁気の設定を変える毎に同一映像を繰り返し再生した。

実験中の様子を写真-1に示す

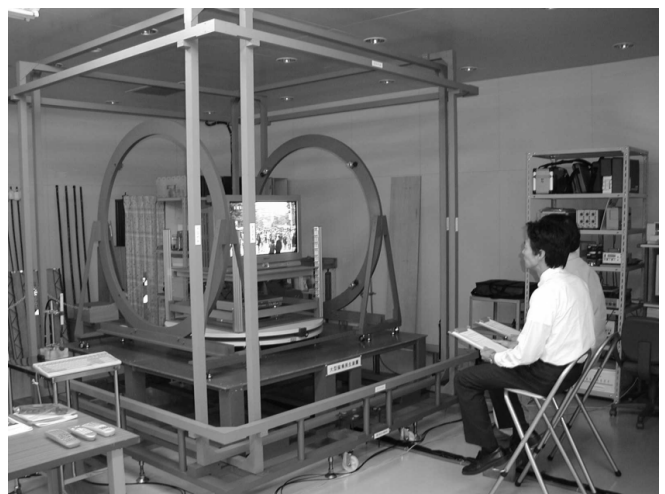


写真-1 実験中の様子

(4) 実験種類

評価のためのパラメーターは、映像の種類、磁気の強さ（実効値表示）、周波数、方向、テレビ画面から被験者までの距離である。

実験は、以下の6種類を行った。

実験1：磁気の方向の違いによる評価実験

実験2：距離の違いによる評価実験

実験3：静止画による評価実験

実験4：周波数の違いによる評価実験

実験5：動きの激しい動画による評価実験

実験6：粗い映像による評価実験

実験1～6の内容を表-3に示す。

表-3 実験種類

実験 No.	映像の種類	磁気の強さ	周波数	方向	距離
実験1	①	0~4 μ T	50Hz	X・Y・Z	2m
実験2	①	0~2 μ T	50Hz	Z	3m
実験3	②	0~2 μ T	50Hz	Z	2m
実験4	②	0~2 μ T	60Hz	Z	2m
実験5	③	0~4 μ T	50Hz	Z	2m
実験6	④	0~4 μ T	50Hz	Z	2m

3. 実験結果及び考察

実験1～6のアンケート集計結果を図-2に示す。磁気の強さ毎に「我慢できない」、「多少気になるが我慢できる」、「全く気にならない」、それぞれの被験者数を示している。

画像揺れが許容できる閾値の目安は「我慢できない」被験者の比率が25%（4人に1人）未満の磁気と定めた。

実験毎の考察を以下に述べる。

(1) 実験1：磁気の方向の違いによる評価実験

- a) 磁気の方向の違いによる確認実験：X方向
 - ・X方向（左右方向）の磁気の印加では、テレビ画像は全体が上下方向に揺れる。
 - ・3つの方向の中では一番許容できる。
 - ・画像揺れの閾値は3 μ Tである。
- b) 磁気の方向の違いによる確認実験：Y方向
 - ・Y方向（前後方向）の磁気の印加では、テレビ画像はセンターを中心として回転する。
 - ・画像の揺れに「我慢できない」ときの境界線の値は2 μ Tである。ただし、2 μ Tで「我慢できない」と答えた被験者の比率は7%（2人）であり、2.5 μ Tで27%（8人）と増えるため、実際は閾値2 μ Tに近い値としてよいと考えられる。
- c) 磁気の方向の違いによる確認実験：Z方向
 - ・Z方向（上下方向）の磁気の印加では、テレビ画像は全

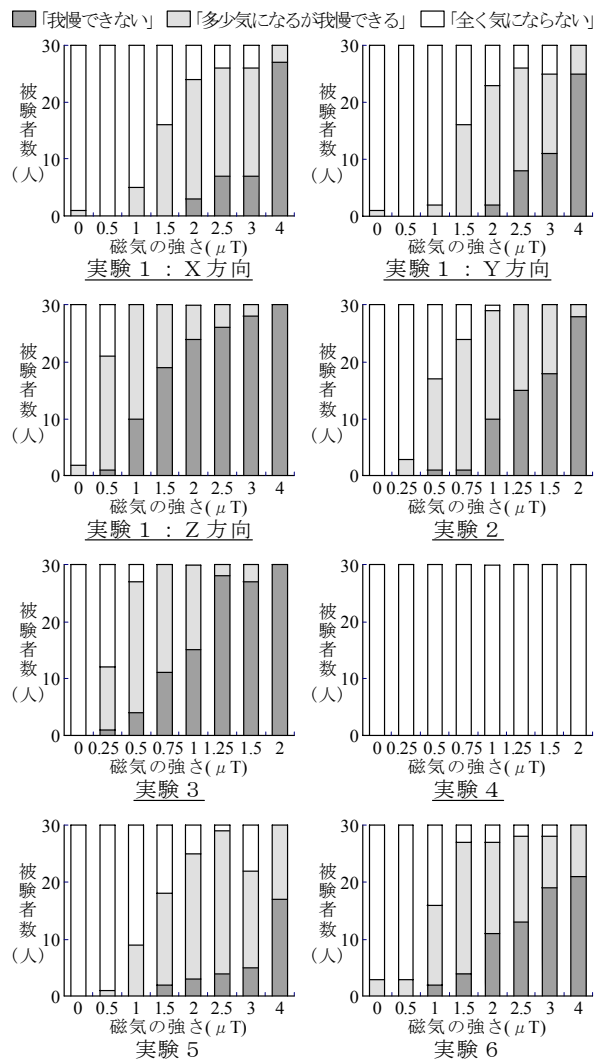


図-2 アンケート集計結果

体がうねるように左右に揺れる。
 ・3つの方向の中では一番我慢できない人の割合が多い。
 ・画像の揺れに「我慢できない」ときの境界線の値は0.5 μ Tである。ただし、0.5 μ Tで「我慢できない」と答えた被験者の比率は3%（1人）で、1 μ Tから33%（10人）が増えるため、実際には閾値を1 μ Tに近い値としてよいと考えられる。

(2) 実験2：距離の違いによる評価実験

- ・テレビから被験者までの距離が3mになると、2mと比べて認識されやすくなる傾向がある。これは、画面全体を眺めるようになり、端部の揺れが認識されやすくなるためと考えられる。
- ・テレビから被験者までの距離が1mの実験を別に行った結果では、2mと比べて認識されにくい傾向も出ている。これは、画面を局所的に眺めるようになり、端部の揺れが認

識されにくくなるためと考えられる。

- ・画像の揺れに「我慢できない」ときの境界線の値は $0.75 \mu T$ である。ただし、 $0.75 \mu T$ で「我慢できない」と答えた被験者の比率は 3% (1 人) であり、 $1 \mu T$ から 33% (10 人) に増えるため、実際には閾値を $1 \mu T$ に近い値としてよいと考えられる。

(3) 実験 3 : 静止画による評価実験

- ・静止画では、 $2 \mu T$ の磁気を印加した場合、被験者全員が「我慢できない」と評価したのに対し、実験 1 の Z 方向では 93% (28 人) が「我慢できない」と評価した。よって、静止画では、画像揺れが認識されやすくなると考えられる。
- ・静止画では、 $1 \mu T$ の磁気を印加した場合「我慢できない」と評価した被験者が 50% (15 人) に対し、実験 1 の Z 方向では 33% (10 人) が「我慢できない」と評価した。よって、静止画では、画像揺れが「我慢できない」人の割合が多くなると考えられる。
- ・画像揺れの閾値は $0.5 \mu T$ である。

(4) 実験 4 : 周波数の違いによる評価実験

- ・周波数が 60Hz では、画像揺れが全く生じない。よって、認識もされない。

(5) 実験 5 : 動きの激しい動画による評価実験

- ・動きの激しい映像では、画像揺れが認識されにくくなる。
- ・画像揺れの閾値は $2.5 \mu T$ である。

(6) 実験 6 : 粗い映像による評価実験

- ・粗い映像では、画像揺れが認識されにくくなる。
- ・画像揺れの閾値は $1.5 \mu T$ である。

4. 交流磁気の基準値

画像揺れの閾値として、「我慢できない」人の比率を 25%未満 (4 人に 1 人)、33%未満 (3 人に 1 人)、及び 50%未満 (2 人に 1 人) と定めたときの値を表-4 に示す。これによると、25%未満→33%未満→50%未満となるに従い、閾値は大きくなる傾向があるが、それほど大きな差はない。

送電線を対象とした場合、周辺の磁気は回転磁場であり、画像揺れにとって一番厳しい条件である Z 方向の磁気のみが印加されることは稀である。

実験 1, 2 の考察で述べたように「我慢できない」と答えた被験者の比率が、ある値を境に増える場合もある。

これらを考慮して本研究における磁気の基準値を次のように定める。

交流磁気の基準値として推奨値は、 $1 \mu T$ (実効値) と定める。理想値としては、将来のテレビの高品位化やデジタル放送によ

る静止画への対応も考慮し $0.5 \mu T$ と定める。

これらの数値に関する選択は、最終的にはデベロッパー側が決定するものであるが、本研究成果として今後はこの基準値を適用し、予測技術、低減化技術の開発に活用するものとする。

表-4 画像揺れの閾値

実験 No.	方向	25%未満	33%未満	50%未満
実験 1	X	$3 \mu T$	$3 \mu T$	$3 \mu T$
	Y	$2 \mu T$	$2.5 \mu T$	$3 \mu T$
	Z	$0.5 \mu T$	$0.5 \mu T$	$1 \mu T$
実験 2	Z	$0.75 \mu T$	$0.75 \mu T$	$1 \mu T$
実験 3	Z	$0.5 \mu T$	$0.5 \mu T$	$0.75 \mu T$
実験 4	Z	—	—	—
実験 5	Z	$2.5 \mu T$	$3.0 \mu T$	$3.0 \mu T$
実験 6	Z	$1.5 \mu T$	$1.5 \mu T$	$2.5 \mu T$

5. おわりに

30 型以上の大画面テレビの需要は、年率 10%増前後で伸び、2007 年には 2210 万台に達する見込みである。液晶、プラズマ方式に押され、CRT 方式のテレビのシェアは落ちることが予想されるが、台数としてはまだ相当数を占める。

今回、テレビ設置のための交流磁気の基準値を提案したが、建築電磁環境としての基準値を学会レベルで早々に決める必要があるものとする。

謝 辞 :

本研究を遂行するにあたり、共同研究者として実験作業・検討に加わっていただいた㈱フジタ技術センター、新納敏文氏、東急建設㈱技術研究所、川瀬隆治氏、その他、貴重な助言をいただいた共同研究連絡会関係者の方々に、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本電子工業振興協会：産業用情報処理・制御機器設置環境基準, JEIDA-63-2000, 2000. 7
- 2) 三宅, 宮崎, 佐川：交流磁界による電子ビーム式ディスプレイ装置の画像揺れ障害に関する検討, 日本建築学会学術講演梗概集 40527, pp1053~1054, 1995. 8
- 3) 石橋孝一, 新納敏文, 川瀬隆治：送電線近傍における環境磁場の予測技術に関する研究 その 1~3, 日本建築学会学術講演梗概集 40556~40558, pp1129~1134, 2001. 9
- 4) 石橋孝一, 新納敏文, 川瀬隆治：送電線近傍における環境磁場の予測・低減化技術に関する研究 その 1~3, 日本建築学会学術講演梗概集 40535~40537, pp1095~1100, 2002. 8
- 5) 石橋孝一, 新納敏文, 川瀬隆治：送電線近傍における環境磁場の予測・低減化技術に関する研究 その 4~6, 日本建築学会学術講演梗概集 40522~40524, pp1059~1064, 2003. 9