

IEC 61000-4-8 の概要 — 電源周波磁界イミュニティ試験の方法

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2024 年 10 月 23 日

目 次

1	概要	1
1.1	背景	1
2	試験機器	2
2.1	試験発生器 (磁界発生用電源)	2
2.2	電流測定器	2
2.3	磁界測定器	2
2.4	誘導コイル	2
2.4.1	標準コイル	2
2.4.2	その他のコイル	6
3	試験	6
3.1	浸漬法	6
3.2	近接法	6
4	補足	8
4.1	試験レベルの例	8
4.2	矩形コイルの特性	8
4.2.1	コイルの中央の磁界、及びコイルの自己インダクタンス	8
4.2.2	任意の位置における磁界の強さ ^[2]	10
4.3	曝露限度との比較	10
4.4	単位の換算	11
4.5	関連規格	14
5	参考資料	14

1 概要

IEC 61000-4-8 は電源周波数 (50 Hz, 60 Hz) の磁界に対するイミュニティ試験の方法を定めた規格である。

本稿では、この規格の本稿の執筆の時点での最新版である IEC 61000-4-8:2009^[1] について解説する。なお、本稿は規格の内容全てをカバーするものではなく、また正確であるとも限らないので、規格についての正確な情報は規格そのもの^[1]を参照していただきたい。

1.1 背景

電力線、トランス、モータなどは電源周波数のかなりの強度の磁界を発生することがある。

このような磁界は様々な機器に影響を与える可能性があるが、特に CRT (ブラウン管) や電子顕微鏡などのように電子ビームを用いるデバイス、低レベルの低周波信号を扱うオーディオ機器、楽器 (例えばエレキギターのような)、ある種の磁気センサ^{†1}などは、このような外部からの低周波磁界に対して著しく敏感となることがある。

このような磁界は通常の状態で持続的に発生することがあるだけでなく、短絡故障などに際してその電流が保護デバイスによって遮断されるまでの短い時間のあいだ顕著に強い磁界が発生することもある。

この規格は対象の機器を電源周波数磁界に曝すことで機器のこのような磁界へのイミュニティを評価することを意図したものである。

^{†1} 磁気センサの類を用いた機器全てがこのような磁界に著しく敏感というわけではない。例えばモータは回転子の角度の検出を磁氣的に行なっていることがあるが、これは外部からの磁界に対してはそれほど敏感ではないことも多い。

この規格では 50 Hz と 60 Hz の磁界に対するイミュニティのみが扱われ、他の周波数の磁界はカバーされない。^{†2†3}

ケーブルへの電源周波数磁界の結合も懸念となることがある^{†4}が、これはこの規格ではなく IEC 61000-4-16^[6] でカバーされる。

2 試験機器

2.1 試験発生器 (磁界発生用電源)

使用する誘導コイルと試験レベルに見合った電源を誘導コイルへの電流の供給のために用いる：

- 周波数: 50 Hz, 60 Hz
- 歪率: $\leq 8\%$ ^{†5}
- 出力: 試験で使用する誘導コイルへの必要な強度の磁界を発生させるために必要な電流 (標準コイル (§2.4.1) の場合は表 1 を参照) の供給が可能なこと^{†6}

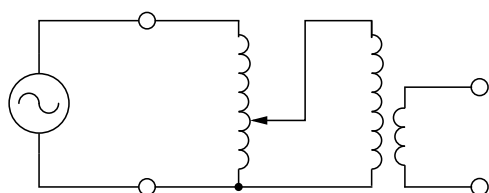


図 1: 試験発生器 (磁界発生用電源) の原理の例

試験発生器は、磁界への影響を防ぐために誘導コイルから適度な距離離して置き、できる限り短い、望ましくはツイストされたケーブルで誘導コイルと接続する。

^{†2} 交流電源の電圧や電流はしばしば電源周波数以外の様々な周波数の成分、主に電源周波数の高調波も強く含み、従ってそれらの周波数の磁界も発生することが予想されるが、この規格では交流電源に起因するそのような周波数の磁界も扱われない。

^{†3} 但し、IEC 62236-4^[7] のようにこの試験法を他の周波数、例えば直流の磁界に適用している規格もある。

^{†4} 例えばホールなどの音響設備での「ハム」雑音の原因となる。

^{†5} 図 1 のようなものの場合、出力電流の歪率は上流側の電源の品質に依存する。一般の交流電源はしばしば著しく歪んでおり、出力の歪率の管理のためには低歪の電源の用意が必要となるかも知れない。

^{†6} 単巻コイルの場合、出力電圧はかなり低くて良い (例えば 1 m×1 m コイルの 50 Hz におけるインピーダンスは導体を銅の直径 3 mm のものと仮定しても 10 mΩ + j1.5 mΩ 程度と推定される) が、大きな電流 (例えば 1 m×2.6 m コイルで 100 A/m を発生させるためには 150 A 強) を供給できることが必要で、それに見合った電源が必要となる。

2.2 電流測定器

試験で誘導コイルに流す電流の測定に適した、精度が $\pm 2\%$ を下回らない電流測定器を用いる。

誘導コイルが単巻のもので、また電流の測定にクランプ・メータを用いる場合、クランプ・メータはコイルに直接取り付けることができる。

2.3 磁界測定器

少なくとも標準コイル (§2.4.1) 以外を用いる場合、そのコイルのテスト・ボリューム (± 3 dB よりも良い均一性を得られる領域) の確認と所定の強さの磁界を発生させるために流す必要がある電流の決定のため、適切な磁界測定器も必要となる。

2.4 誘導コイル

2.4.1 標準コイル

以下の寸法 (導体の中心間の距離で規定値 ± 1 cm) の単巻の誘導コイルは標準コイルと呼ばれ、磁界の強さの分布の確認なしに試験に用いることができる：

- 1 m×1 m 標準コイル (図 5)

床置き機器以外の試験、また床置き機器の垂直方向の磁界での試験に使用する (図 10, 図 11)。

図 2 に示すような磁界の強さの分布^{†7}を持ち、0.6 m×0.6 m×0.5 m の範囲をテスト・ボリュームとして用いることができる。

- 1 m×2.6 m 標準コイル (図 6)

コイルを垂直とし、非磁性体のグラウンド・プレーンをコイルの下側の導体として用いるもので、床置き機器の水平方向の磁界での試験に使用する (図 11)。

図 3 に示すような磁界の強さの分布を持ち、床面近くからの 0.6 m×2 m×0.6 m の範囲をテスト・ボリュームとして用いることができる。

これらの標準コイルについては所定の強さの磁界の発生のために流すべき電流も規格の Table 4 で示されており、これを個別の校正から求める必要はない (表 1)。

^{†7} 矩形ループからの磁界の強さの計算に用いた式は [2] の式 (4) に基づく。

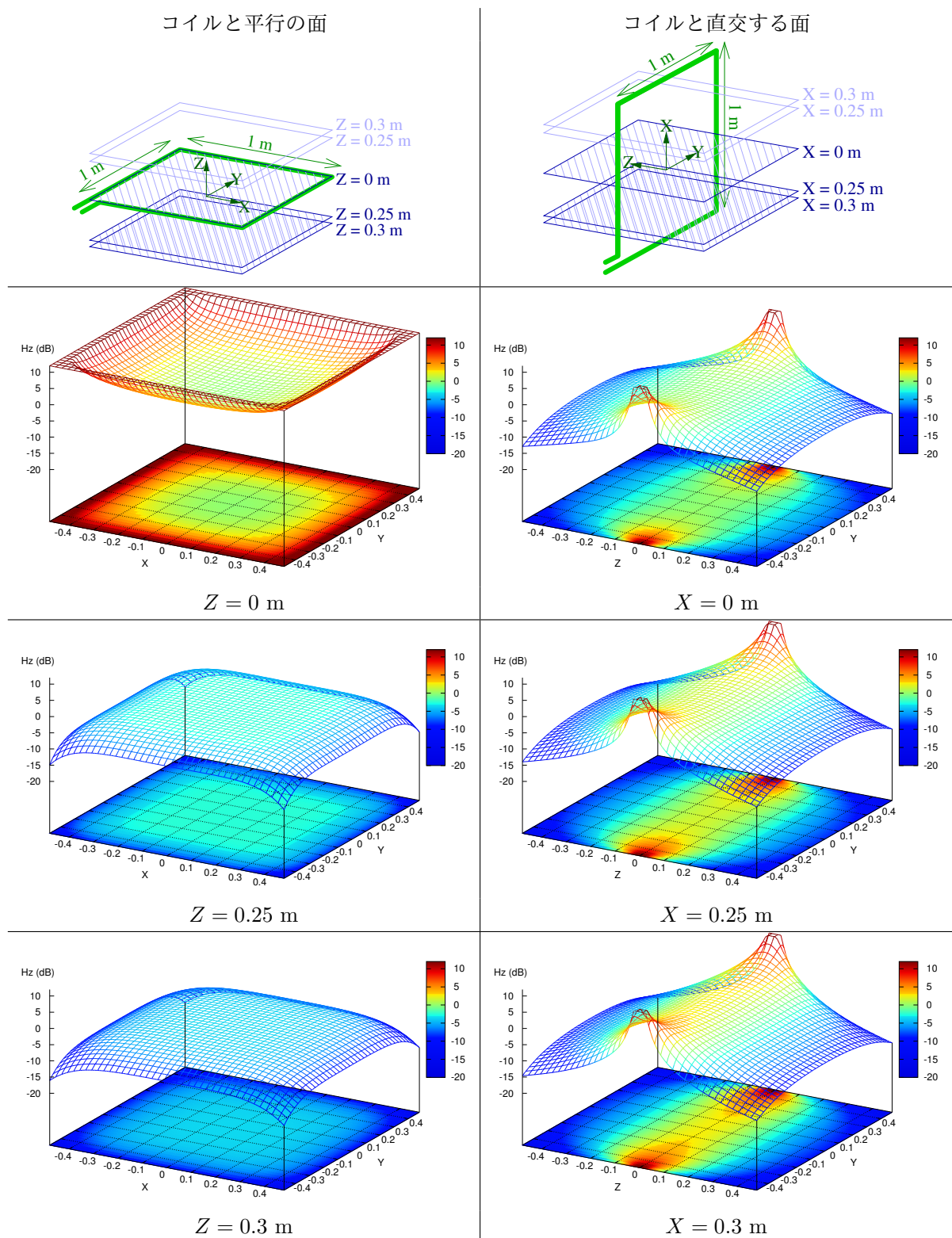


図 2: 1 m×1m コイルの磁界の強さの分布

コイルと直交する面

コイルと平行の面

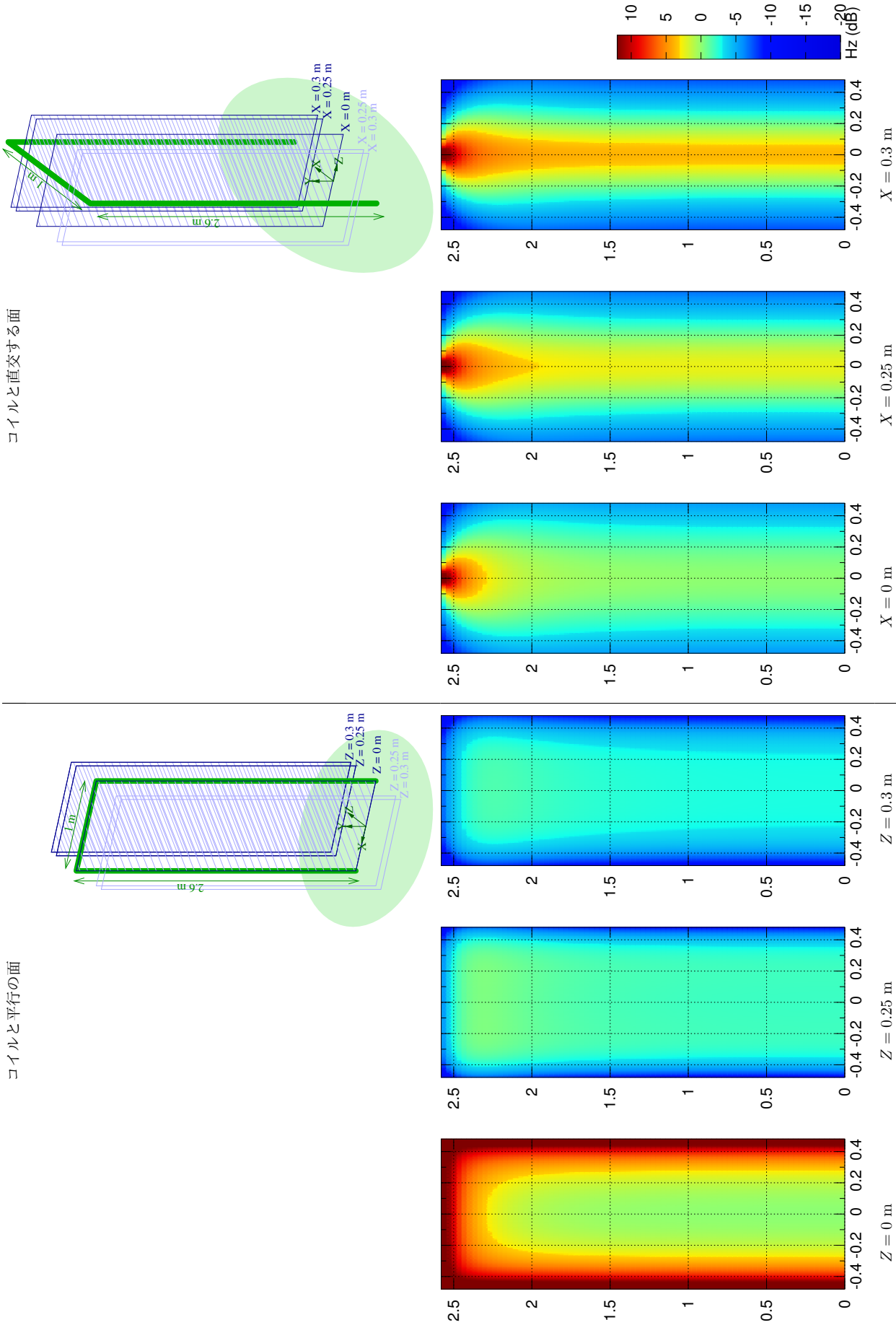
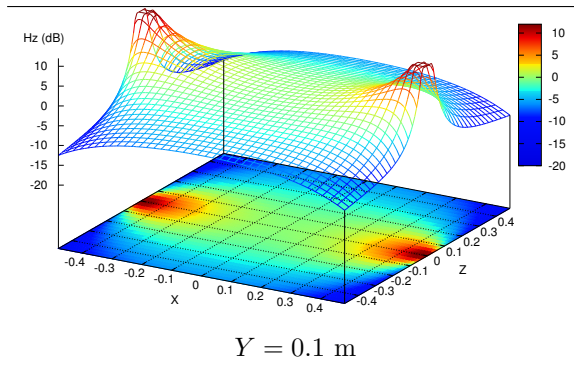
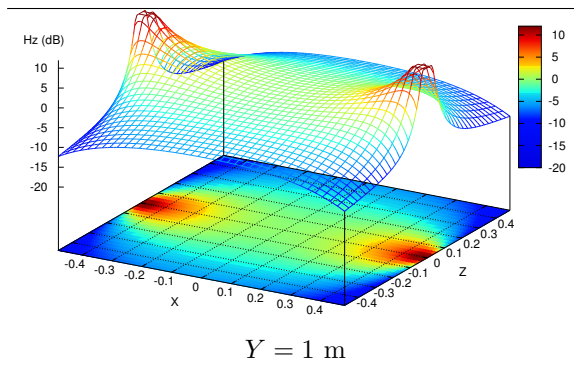
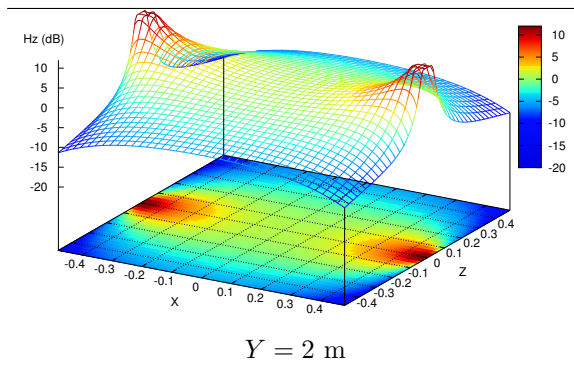
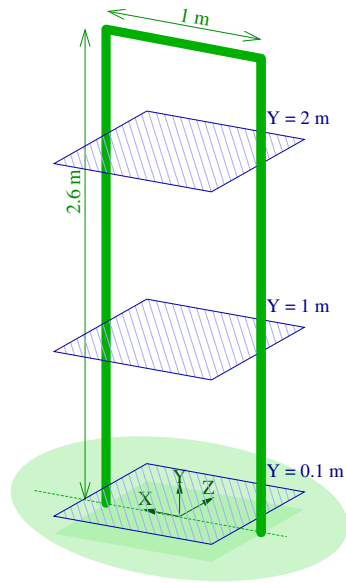
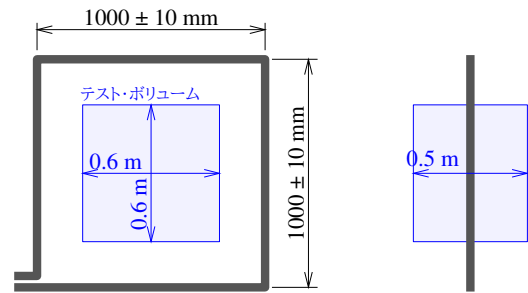
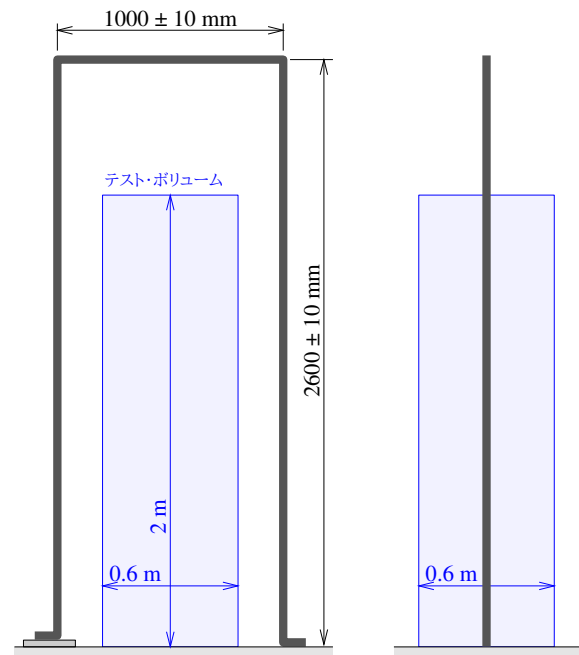


図 3: 1 m x 2.6 m コイルの磁界の強さの分布 — 垂直面



3D 表示は $[-20 \text{ dB}, +12 \text{ dB}]$ でクリップして図示
図 4: $1 \text{ m} \times 2.6 \text{ m}$ コイルの磁界の強さの分布 — 水平面

図 5: $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 標準コイル図 6: $1 \text{ m} \times 2.6 \text{ m}$ 標準コイル

試験 レベル (A/m)	$1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 標準コイル に対する電流 (A)	$1 \text{ m} \times 2.6 \text{ m}$ 標準コイル に対する電流 (A)
1	1.15	1.51
3	3.45	4.54
10	11.5	15.15
30	34.48	45.45
100	114.95	151.5

表 1: 標準コイルに対する電流値

2.4.2 その他のコイル

多巻のコイル、またヘルムホルツ・コイル (図 8)^{†8}を含めて、試験に必要な範囲で試験レベル ± 3 dB の磁界を得ることができる任意のコイルを使用できる。

このようなコイルについては、そのコイルのテスト・ボリューム (± 3 dB よりも良い均一性を得られる領域) の確認と所定の強さの磁界を発生させるために流す必要がある電流の決定を事前に行ない、その情報を試験に用いる。

3 試験

3.1 浸漬法

試験は原則として浸漬法、すなわち EUT 全体を概ね均一な磁界に曝す方法で行なう。

この試験では、適切な寸法の誘導コイルのテスト・ボリューム (± 3 dB よりも良い均一性を得られる領域) 内に EUT を置き、コイルに所定のレベルの電源周波数の電流を流して試験レベルに相当する強さの磁界を発生させ、EUT への影響の確認のために必要な時間のあいだ EUT を磁界に曝す。EUT がケーブルを持つ場合、全てのケーブル 1 m も磁界に曝す。^{†10}この試験は、コイルの向きを変えて (あるいはそれが適切であれば EUT の向きを変えて) 3 つの直交する方向で行なう (図 9)。^{†11}また、EUT 全体がコイルの面に直交する方向でテスト・ボリュームに入りきらない場合、全体を磁界に曝すようにコイルの位置を変えて試験を繰り返す (図 11)。^{†12}

床置き機器の試験は EUT を非磁性体のグラウンド・プレーンから 0.1 m の高さに置いて実施する (図 11)。この場合、コイルを縦にしての試験は、グ

ランド・プレーンをコイルの 1 辺として用いるコイル (このタイプのコイルでは床面に近い位置まで概ね均一な磁界が得られる) を用いて行なう。このグラウンド・プレーンの最小寸法は $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ で、大きなコイルを用いる場合はそれに応じて大きなものが必要となる。

この試験でグラウンド・プレーンを用いるのは床置き機器の場合のみであり、卓上機器の試験でグラウンド・プレーンをコイルの一部として用いたり EUT の下のテーブルの上にグラウンド・プレーンを設けたりしてはならない。^{†13}

いずれの試験でも、コイルは壁や任意の磁性体から 1 m 以上離して配置する。^{†14}

レベル	磁界の強さ (A/m)	
	連続磁界	短時間 (1~3 s)
1	1	n.a.
2	3	n.a.
3	10	n.a.
4	30	300
5	100	1000
X	特殊	特殊

表 2: 試験レベル

3.2 近接法

近接法の位置付けは規格の版によって大きく異なる:

- IEC 61000-4-8:1993(+A1:2000)

近接法は調査を意図したものであり、証明のために使用してはならない。

- IEC 61000-4-8:2009

$1\text{ m} \times 2.6\text{ m}$ のコイルに入らない場合、製品委員会はいずれかを選択すべき:

^{†8} 2 つのコイルを間隔を開けて平行に配置したもので、非常に均一性の高い磁界を得ることができる (図 8, 図 7)。半径とコイル間隔が R (m)、巻き数 N のヘルムホルツ・コイル (この規格では矩形コイルのものが示されているが、ここでは円形コイルのものを例として用いた) に電流 I (A) を流した時の磁界の強さ H (A/m) は、 $H = 0.7155NI/R$ (A/m) で求めることができる。

^{†9} ヘルムホルツ・コイルの磁界の計算に用いたプログラムは <https://tigerntatie.github.io/emagnet/offaxis/elliptic.c.htm>^[3] に由来する。

^{†10} このケーブルをどのように配置すべきかは述べられていない。

^{†11} 図 10 や図 11 では 2 方向での配置のみを図示している。

^{†12} 高さ 1.5 m の EUT の縦方向の磁界に対する試験を $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 標準コイルで行なう場合、最小限、高さ 0.25 m、0.75 m、及び 1.25 m の 3 箇所にコイルを置いて試験すれば良い。

^{†13} IEC 61000-4-8:1993 では卓上機器もグラウンド・プレーンの上 0.1 m に置いて試験するように定められており、卓上のグラウンド・プレーンを 1 辺として用いる縦型のコイルの卓上機器の試験での使用が例示されていた。

^{†14} シールド・ルームや電波暗室の壁面、天井、床面が強磁性体である鋼板で覆われていることも多い。通常の建屋でも鉄骨、鉄筋、金属の配管などが多数用いられているだろう。 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ コイルで卓上機器を試験する際には内寸 3 m 角以上の部屋を使用できればこの 1 m 以上の距離を容易に確保できるだろうが、大きなコイルを用いた試験や床置き機器の試験で全ての磁性体から 1 m 以上の距離を確保することは難しいかも知れない。

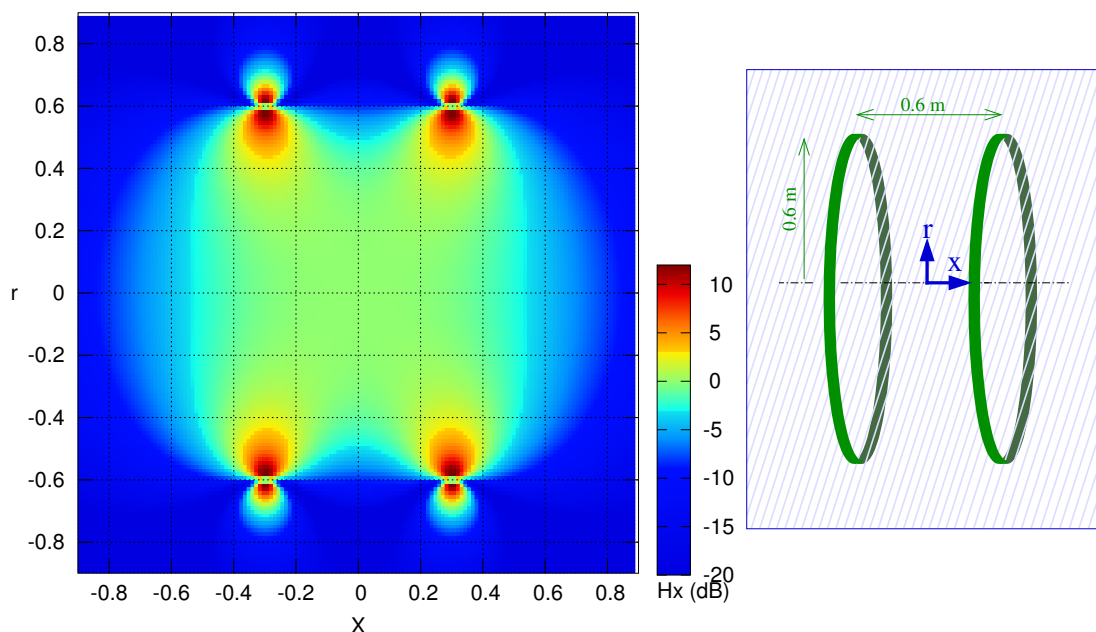
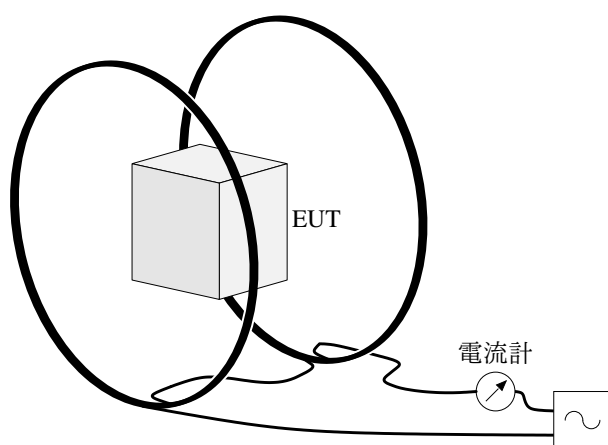
図 7: ヘルムホルツ・コイルの磁界の強さの分布の例^{†9}

図 8: ヘルムホルツ・コイルを用いた試験セットアップの例

- 1 m×1 m のコイルを用いた近接法での試験;
- EUT の大きさに応じたコイルによる浸漬法での試験。^{†15}

すなわち、この版では製品群/製品規格でその方法が採用されていれば^{†16}その規格への適合性の評価で近接法を使用できることになる。

^{†15} また、大きな機器やシステムの中の一部のコンポーネントのみを試験できれば良い場合、そのコンポーネントを抜き出して浸漬法で試験することが可能かも知れず、またそのようにすることが望ましいかもしれない。

^{†16} 例えば CISPR 35:2016 では近接法を用いても良い旨が述べられている。

だが、この規格では近接法の実施方法や試験レベルの設定の方法は規定されておらず、近接法の使用が認められている場合にそれをどのように実施すべきかは全く不明確であるように思われる。

1 m×1 m のコイルの外側では磁界の強さは図 13 と図 16 に示すように急激に減衰する。これらの図での Y の方向については、浸漬法の場合と同じ電流を流した状態で試験レベルの -3 dB を下回らない強さの磁界に曝することができるのはコイルの導体の中心から 17 cm 程度 (コイルの外側からの距離はコイルの導体の太さに応じて小さくなる) までの非常に狭い領域に限定され、従って EUT の深い位置はかなり弱い磁界にしか曝されることが予想される。^{†17}

このため、近接法を用いてコイルからより遠い位置 (EUT のより深い位置) までを試験レベルの -3 dB を下回らない磁界に曝そうとするのであれば、コイルに流す電流をかなり高くすることが必要となりそうである。

例えばコイルの辺と直交しコイルの面に沿った方向、コイルの導体から 50 cm の位置 (Y = 1 m、あ

^{†17} 実際の使用時に外部からの磁界に曝された場合も機器の深い位置での磁界は同様に減衰するであろうと、従って試験でも機器の浅い位置でのみ所望の磁界の強さを得られれば良いと期待するかも知れないが、実際の使用時にそのようになるとは限らない。例えば機器の上の架空線にコモン・モード電流が流れ、その電流の相当部分が機器の下の接地システムを通して戻るような場合、機器の内部までが相当の強さの磁界に曝される可能性が予想される。

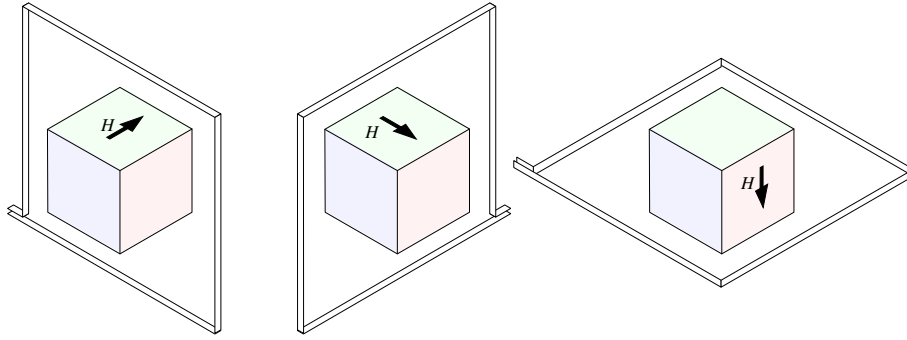


図 9: 3 つの直交する方向での照射

るいは $X = 1$ m) では、磁界の強さはコイルの中心の磁界の強さの -18 dB (約 $1/8$) まで低下することが予期される (図 16)。このため、例えばコイルの導体から 50 cm までの距離を試験レベルの -3 dB を下回らない強さの磁界 (通常適用される $+3$ dB の上限の大幅な超過は許容できるものとして) に曝そうとした場合、発生させる磁界の強さを、従ってコイルに流す電流を 15 dB (6 倍弱) 以上高くすることが必要となる。

発生させる磁界の強さを、従ってコイルに流す電流を 18 dB (約 8 倍) 上げた時の $X = 1$ m (コイルの導体の中心から 50 cm) での磁界の強さの分布は図 14 のようになり、この条件でも試験レベル -3 dB を下回らない強さの磁界を得られるのはかなり限られた領域のみとなる。従って、この方法でコイルの導体から 50 cm までの深さ (コイルを EUT の面から 10 cm の距離に置いた場合は EUT の面から 40 cm までの深さ) を試験レベルの -3 dB を下回らない磁界に曝そうとした場合、磁界に曝したい範囲をカバーするように細かく位置を変えて照射を繰り返すことも必要となりそうである。

一方、コイルの面と直交する方向での磁界の強さの減衰はこれよりも緩やかで (図 13, 図 16)、コイルに先と同一の電流を流した場合、コイルから 50 cm の位置 ($Z = 0.5$ m) では概ね 1 m 角程度の範囲で試験レベル -3 dB を下回らない、そしてその大半ではそれよりもかなり高いレベルの磁界を得ることができそうである。

従って、浸漬法の代替として近接法を用いようとする時は、試験の目的を損なわないように、機器のどの部分をどのレベルの磁界に曝したいか、また使用するコイルが発生する磁界の強さの分布を考慮して適切な対応を行なうことが必要となりそうに思われる。

4 補足

4.1 試験レベルの例

一般規格や製品群規格での試験レベルの規定の例を表 3 に示す。

多くの規格では試験レベルは 50 Hz や 60 Hz で 3 A/m か 30 A/m となっている。だが、ここで示した中にも、 50 Hz や 60 Hz で 100 A/m が要求されているものや、DC で 1000 A/m が要求されているものを含めて、この規格を用いた DC や 16.6 Hz の磁界の試験が規定されているものもある。

4.2 矩形コイルの特性

4.2.1 コイルの中央の磁界、及びコイルの自己インダクタンス

電流 I (A) が流れている大きさ w (m) $\times$ h (m) の矩形コイルの中央の磁界の強さは、

$$H_0 = \frac{2\sqrt{w^2 + h^2}}{\pi wh} I$$

から、またインダクタンス L は

$$L = 8 \times 10^{-7} \left[w \ln \left(\frac{2w}{r_w} \right) + h \ln \left(\frac{2h}{r_w} \right) + 2\sqrt{w^2 + h^2} - w \sinh^{-1} \frac{w}{h} - h \sinh^{-1} \frac{h}{w} - 2(w + h) + \frac{\mu_r}{4}(w + h) \right]$$

から求められる。^[4]

特に正方形のコイル、すなわち $w = h$ の場合、これらの式は単純化され、

$$H_0 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi w} I$$

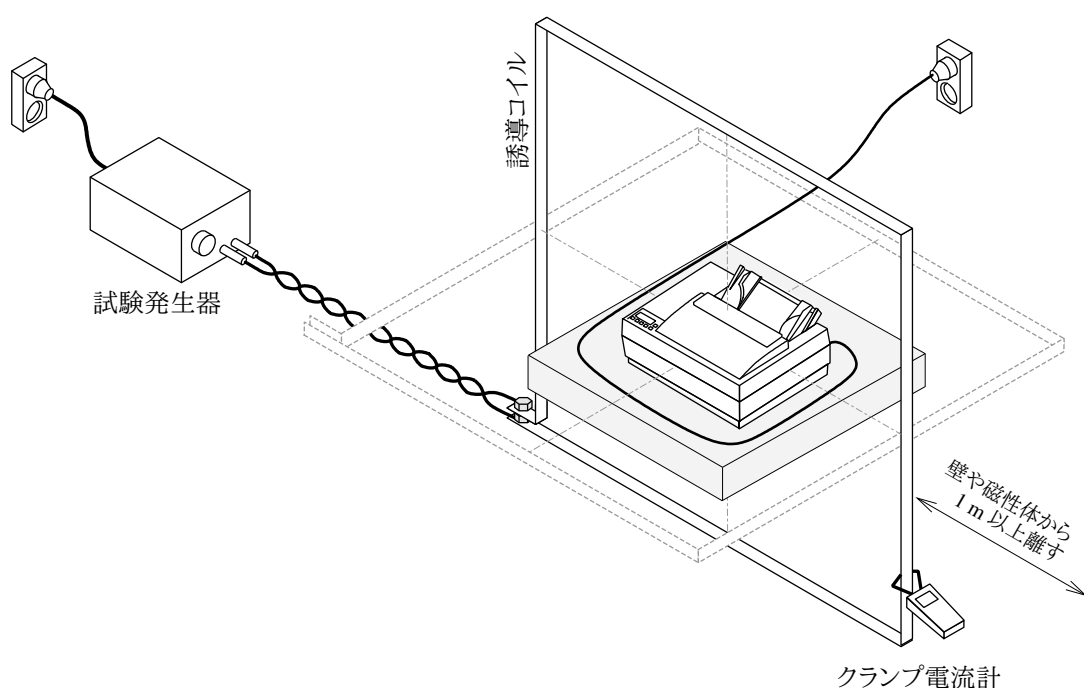


図 10: 試験セットアップの例 — 卓上機器

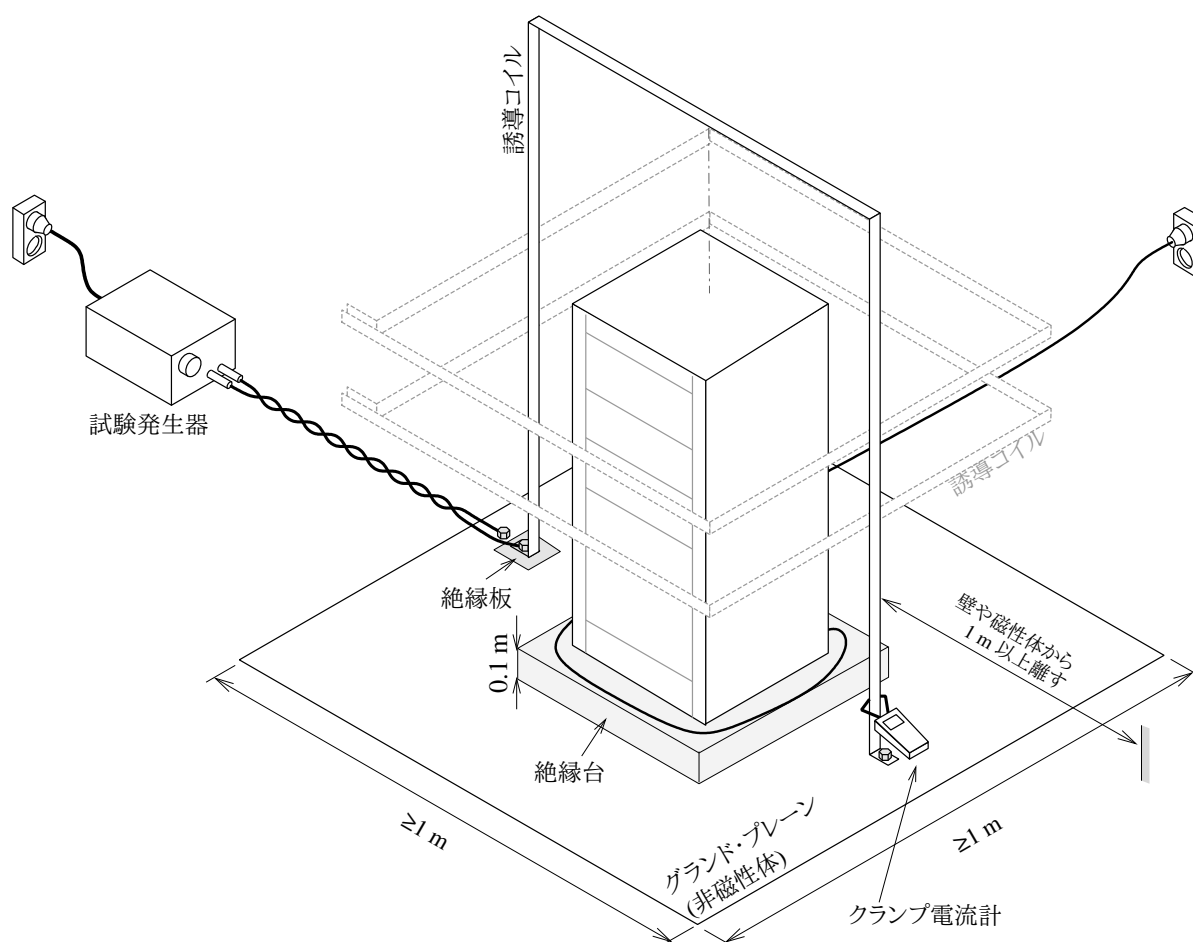


図 11: 試験セットアップの例 — 床置き機器

規格	試験レベル
IEC 61000-6-1:2016	3 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 61000-6-2:2016	30 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 61326-1:2020 (基礎電磁環境)	3 A/m (50 Hz, 60 Hz)
(工業電磁環境)	30 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 61326-2-6:2020	30 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 61326-3-1:2017	30 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 61326-3-2:2017	100 A/m (50 Hz, 60 Hz)
IEC 62236-4:2018	100 A/m (DC, 16.7 Hz, 50 Hz, 60 Hz)
CISPR 35:2016	1 A/m (50 Hz, 60 Hz)
EN 12895:2015(+A1:2019)	30 A/m (50 Hz), 1000 A/m (DC)

表 3: 一般規格や製品群規格での試験レベルの規定の例

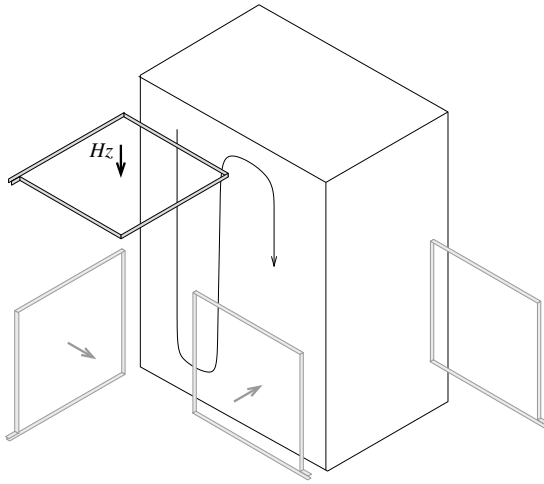


図 12: 近接法による調査のイメージ

$$L = 8 \times 10^{-7} w \left[\ln \left(\frac{2w}{r_w} \right) + \sqrt{2} - \ln(1 + \sqrt{2}) - 2 \right]$$

となる。

この式に基づいて正方形のコイルの基本的なパラメータの推定を行なった結果を図 17 に示す。

4.2.2 任意の位置における磁界の強さ [2]

図 18 で示す矩形コイルの周囲の任意の点 $P(x, y, z)$ における z 方向の磁界の強さ H_z は、

$$H_z = \frac{I}{4\pi} \sum_{\alpha=1}^4 \left[\frac{(-1)^\alpha d_\alpha}{r_\alpha [r_\alpha + (-1)^{\alpha+1} C_\alpha]} - \frac{C_\alpha}{r_\alpha [r_\alpha + d_\alpha]} \right]$$

ここで、

$$C_1 = -C_4 = a_1 + x$$

$$C_2 = -C_3 = a_1 - x$$

$$d_1 = d_2 = y + b_1$$

$$d_3 = d_4 = y - b_1$$

$$r_1 = \sqrt{(a_1 + x)^2 + (y + b_1)^2 + z^2}$$

$$r_2 = \sqrt{(a_1 - x)^2 + (y + b_1)^2 + z^2}$$

$$r_3 = \sqrt{(a_1 - x)^2 + (y - b_1)^2 + z^2}$$

$$r_4 = \sqrt{(a_1 + x)^2 + (y - b_1)^2 + z^2}$$

4.3 曝露限度との比較

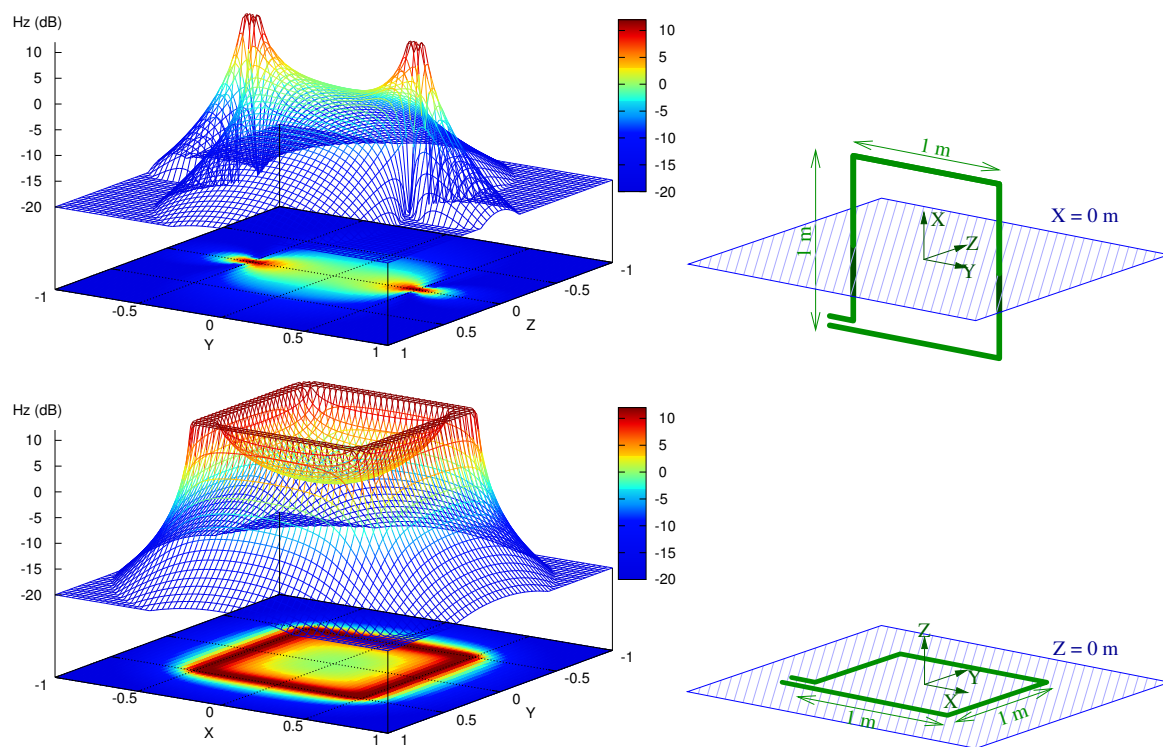
しばしば参照される

- ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), ICNIRP, 1998^{†18}
- ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz – 100 kHz), ICNIRP, 2010^{†19}
- IEEE C95.1-2019, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz

で示されている 50 Hz の磁界に対する人体の曝露の制限を表 4 に示すが、レベル 5 の連続での試験レ

^{†18} <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

^{†19} <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf>



3D 表示は $[-20 \text{ dB}, +12 \text{ dB}]$ でクリップして図示

図 13: 1 m×1 m コイルの外側を含めた磁界の強さの分布

	一般公衆 (非管理環境)	労働者 (管理環境)
ICNIRP 1998	80 A/m (100 μT)	400 A/m (500 μT)
ICNIRP 2010	160 A/m (200 μT)	800 A/m (1000 μT)
IEEE C95.1-2019 (頭部、体幹)	719 A/m (0.904 mT)	2160 A/m (2.71 mT)
(四肢)	60.4 kA/m (75.8 mT)	60.4 kA/m (75.8 mT)

表 4: 50 Hz の磁界に対する曝露の制限 (参考レベル)

ベルである 100 A/m でもこれらの労働者 (管理環境) に対する参考レベルをかなり下回る。

だが、コイルの導体の近くでは磁界の強さは著しく高くなり、その近くに体 (例えば頭部) があるような状況でも曝露の制限を超えないかどうかを判断したいのであればより詳細な分析が必要となるだろう。

しかしながら、この試験中にそのように接近する必要はない筈で、また磁界の強さはコイルから離れれば急激に減衰するので、不要な曝露のリスクの低減のためには磁界を発生させる時にはコイルから適当な距離 (規格では 2 m 以上離れることが推奨されている) を保つようにすることが簡単で、またそのようにすることが無難と思われる。

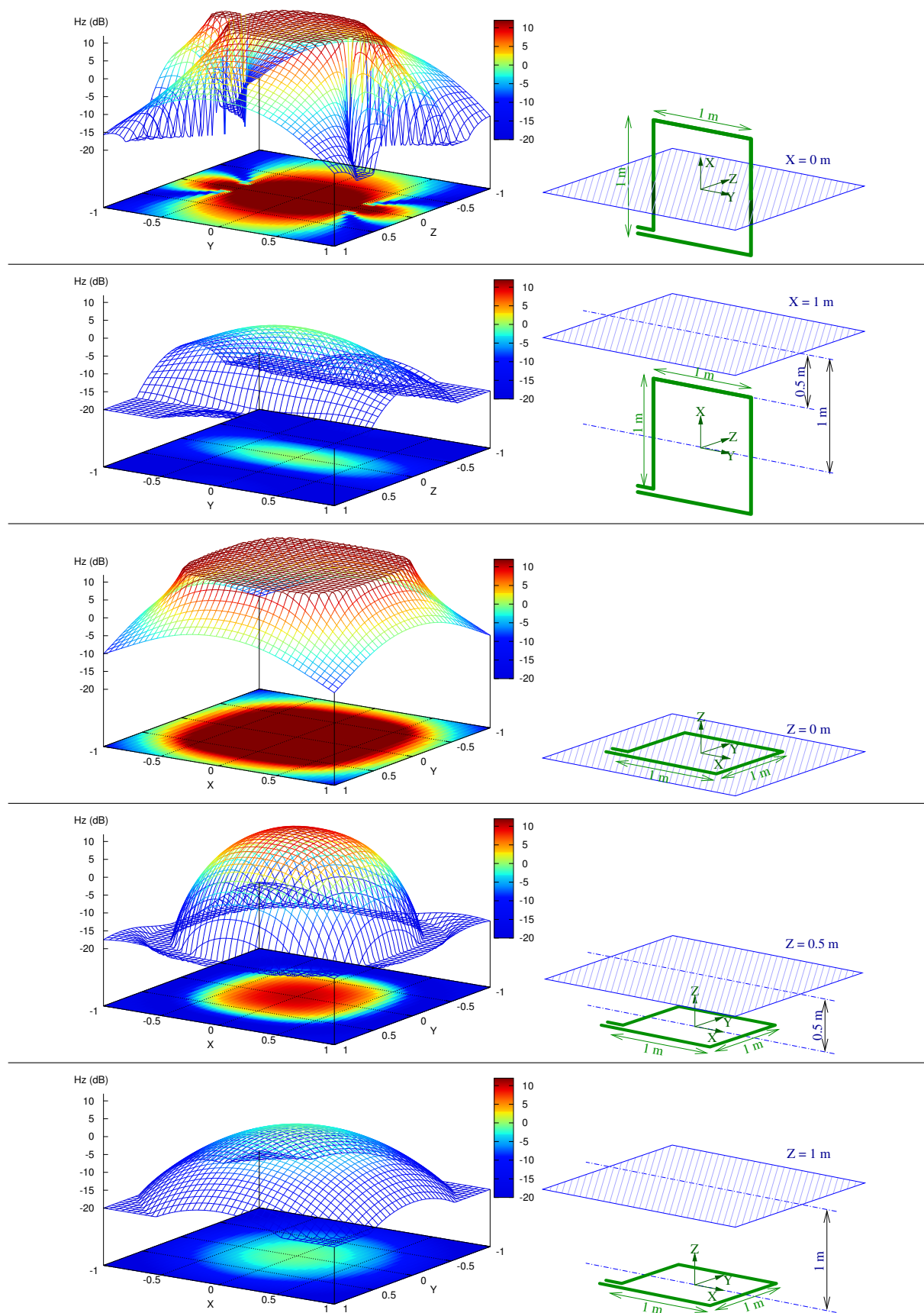
4.4 単位の換算

この規格では磁界の強さの単位は A/m のみが用いられているが、磁界測定器の表示が他の単位となっている、あるいは他の文書で試験レベルが他の単位で規定されているなどの理由で、単位の換算が必要となることもあるかも知れない。

SI 単位では、磁界の強さ H の単位は A/m、磁束密度 B の単位は T (テスラ) で、媒質の透磁率を $\mu = \mu_r \mu_0$ (H/m) として、

$$B \text{ (T)} = \mu \text{ (H/m)} \cdot H \text{ (A/m)} = \mu_r \mu_0 H$$

の関係を持つ。 μ_0 は真空の透磁率で $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m)、 μ_r は媒質の比透磁率で空気中では $\mu_r \simeq 1$ であり、空気中での A/m と T の換算はこの関係を用いて行なうことができる。



3D 表示は $[-20 \text{ dB}, +12 \text{ dB}]$ でクリップして図示

図 14: 発生させる磁界の強さを $+18 \text{ dB}$ とした時の $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ コイルの外側を含めた磁界の強さの分布

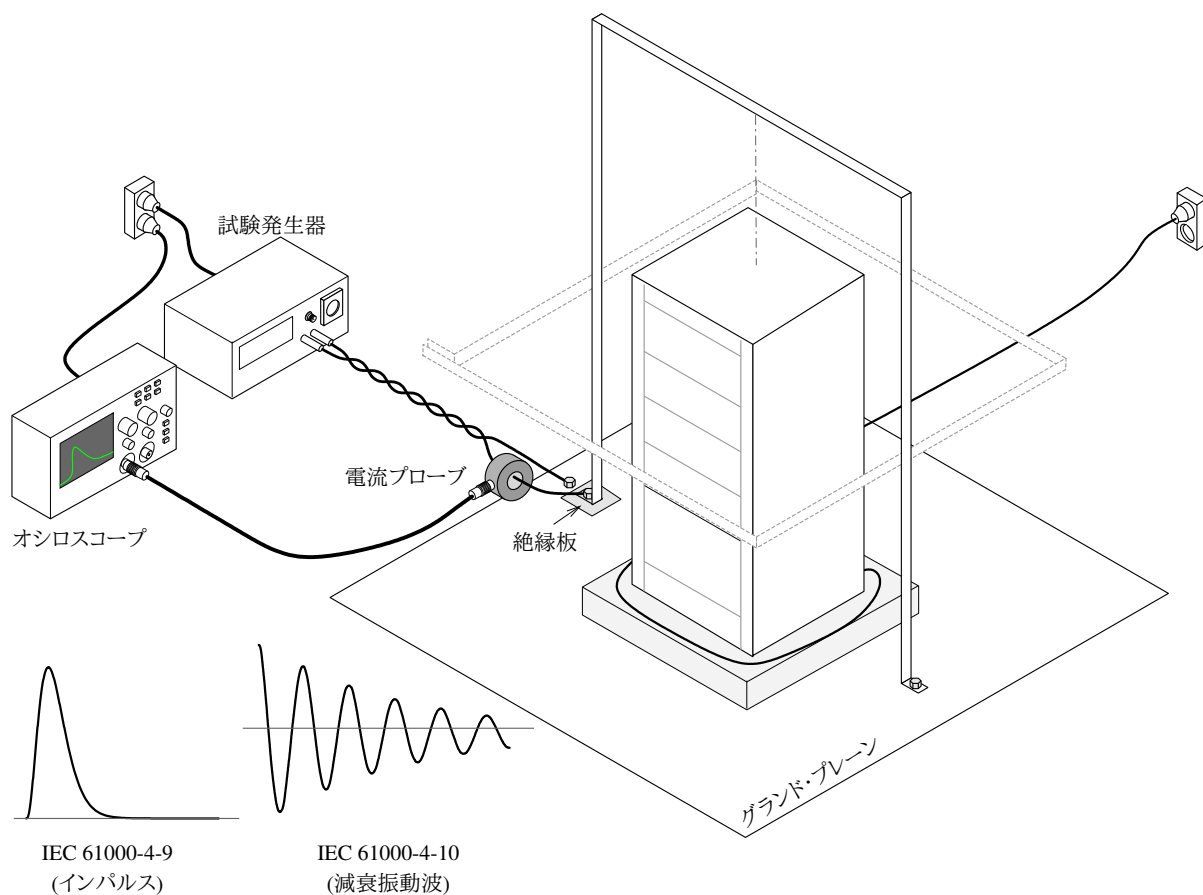


図 15: 参考: IEC 61000-4-9, -4-10 試験セットアップの例 — 床置き機器

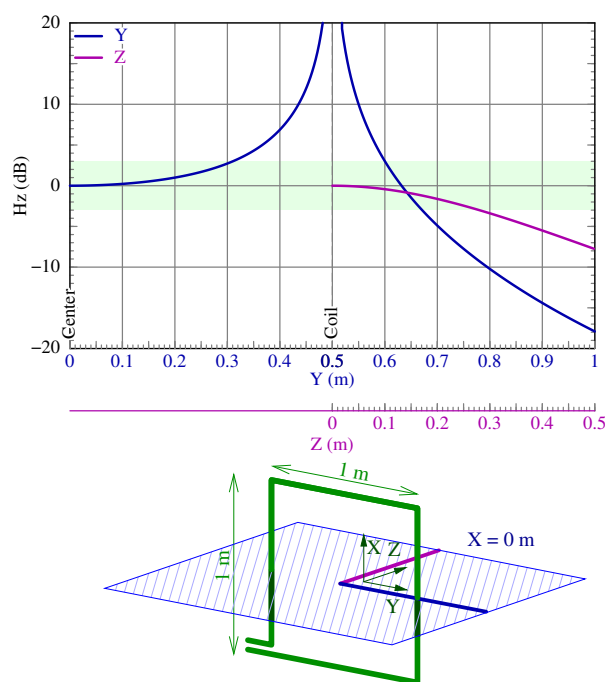


図 16: 1 m×1 m コイルの磁界の強さの変化

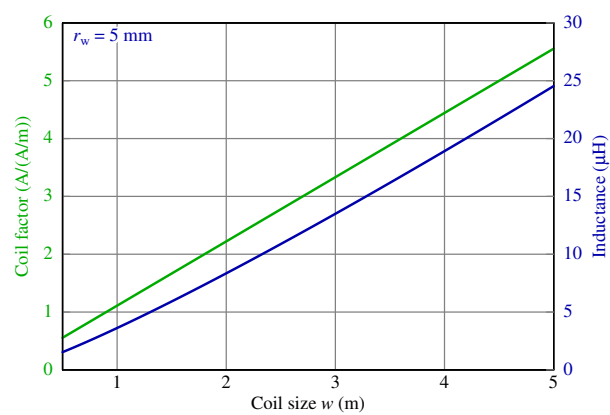
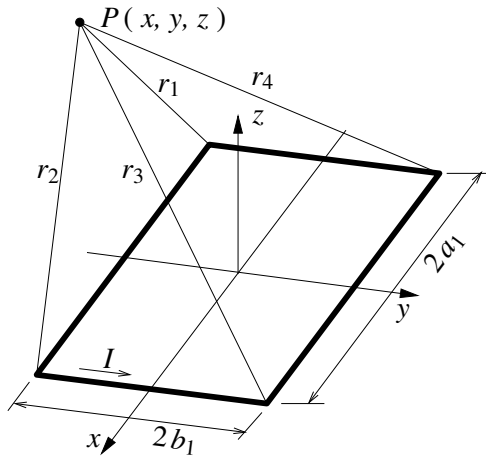


図 17: 図:正方形のコイルのパラメータ

参考までに、これらの単位、また CGS 単位系に基づく古い単位である G (ガウス) と Oe (エルステッド)^{†20}の換算表を表 5 に示す。

^{†20} この分野では Oe は減多に用いられないが、G は古い文書や測定器で見ることがあるかも知れない。

図 18: x - y 面内の単一の矩形コイル

磁束密度 B		磁界の強さ H	
T	G	A/m	Oe
0.1 μ T	1 mG	0.07958 A/m	1 mOe
1 μ T	10 mG	0.7958 A/m	10 mOe
1.257 μ T	12.57 mG	1 A/m	12.57 mOe
0.1 mT	1 G	79.58 A/m	1 Oe
1 mT	10 G	795.8 A/m	10 Oe
1 T	10 ⁴ G	795.8 kA/m	10 ⁴ Oe

表 5: 真空中や空気中での磁界の強さの換算

4.5 関連規格

- IEC 61000-4-9 *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-9: Testing and measurement techniques — Impulse magnetic field immunity test*

電源系統上での開閉の際や雷の影響^{†21}で生じるような、IEC 61000-4-5^[5] の試験で用いられるもののようなインパルス電流を用いたインパルス磁界イミュニティ試験 (図 15)

- IEC 61000-4-10 *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-10: Testing and measurement techniques — Damped oscillatory magnetic field immunity test*

中圧や高圧の電源の開閉の際に生じるような、IEC 61000-4-18^{†22} の試験で用いられるもののような減衰振動波の電流を用いた減衰振動波磁界イミュニティ試験

^{†21} 例えば雷の放電の経路の周囲や雷撃を受けた被雷システムの引き下げ導線の近くの機器は強いインパルス磁界に曝されることが予期される。

^{†22} IEC 61000-4-18, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-18: Testing and measurement techniques — Damped oscillatory wave immunity test*

5 参考資料

- IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-8: Testing and measurement techniques — Power frequency magnetic field immunity test*
- Equations for the Magnetic Field Produced by One or More Rectangular Loops of Wire in the Same Plane*, Martin Misakian, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology Volume 105, Number 4, July–August 2000
- Magnet Formulas*, Eric Dennison, <https://tigerntatie.github.io/emagnet/>
- Electromagnetic Compatibility Handbook*, Kenneth L. Kaiser, 2004, ISBN: 0849320879
- IEC 61000-4-5 の概要 — サージ試験の方法, 株式会社 e・オータマ 佐藤, 2024, <https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- IEC 61000-4-16 の概要 — 低周波伝導コモンモード妨害イミュニティ試験の方法, 株式会社 e・オータマ 佐藤, 2024, <https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- 鉄道用の信号/通信機器の EMC — IEC 62236-4 の概要, 株式会社 e・オータマ 佐藤, 2023, <https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>