

諮問第3号

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」

のうち

「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」

答申

諮問第3号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち、「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」についての一部答申

既存の無線サービスとの共用を図りつつ新たな電波利用を促進するため、ワイヤレス電力伝送システムの利用に係る許容値及び測定法については、次のとおりとすることが適当である。

## 1. 電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの許容値及び測定法

### 1.1 対象システム

- (1) 電気自動車への無線による給電を目的とする、地上側に設置される送電側装置と車両側に装備される受電側装置で構成されるワイヤレス電力伝送システムで、出力が3.3kW（一般家庭用）又は7.7kW（公共用）のもの。
- (2) 電力伝送に用いる周波数は、85 kHz 帯（79 kHz-90 kHz）を使用することが適当である。

### 1.2 許容値

電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の許容値は、以下のとおりとすることが適当である。

#### (1) 利用周波数帯における放射妨害波の許容値

利用周波数帯においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表1 利用周波数帯における許容値

対象システム及び周波数帯	測定点	許容値
3kW（一般家庭用 WPT） 79 kHz-90 kHz	10m	119.9dB $\mu$ V/m 68.4dB $\mu$ A/m
7.7kW（公共用 WPT） 79 kHz-90 kHz	10m	124dB $\mu$ V/m 72.5dB $\mu$ A/m
(*1) 信号保安設備への有害な干渉を起こさないため、以下の離隔距離を確保し、かつ、この離隔距離以内に WPT を設置しないこと。 ○家庭用 WPT (3kW) 水平方向の最大離隔距離は線路の端から 4.6m ○公共用 WPT (7.7kW) 水平方向の最大離隔距離は線路の端から 5.3m (*2) 単一の線区で使用する 80kHz と 92kHz の周波数を使用する誘導式列車無線への有害な干渉を与えないため、車上アンテナに対して約 45m の離隔距離を確保し、かつ、この離隔距離以内に WPT を設置しないこと。		

#### (2) 伝導妨害波の許容値

平成26年度情報通信審議会答申（「諮問第3号『国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について』のうち、『工業、科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法』をいう。以下、「CISPR11 答申」。）のうち、表6（表4.1.2-1）及び表7（表4.1.2-2）の許容値以下であることが適当である。

(3) 利用周波数帯以外における放射妨害波の許容値

利用周波数帯以外においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表 2 電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの放射妨害波に関する許容値

	測定点	許容値
放射妨害波	距離 10m	9kHz～150kHz 74.6dB $\mu$ V/m 23.1dB $\mu$ A/m
		150kHz～1GHz CISPR11 答申のうち、表 9 (表 4.1.2-3) 又は表 11 (表 4.1.2-4) を許容値とすることが適当である。 ただし、526.5kHz から 1606.5kHz までの周波数においては、 [P]

### 1.3 測定設備

電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定に使用する設備は、以下のとおりとすることが適当である。

#### 1.3.1 測定用受信機

準尖頭値測定用受信機は、平成 19 年度情報通信審議会答申（「諮問第 3 号『国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について』」のうち、『無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件』をいう。以下、「CISPR16-1 答申」。）の第 1 編 4 「周波数 9 kHz から 1000 MHz までの準尖頭値測定用受信機」に規定された特性を満足すること。

平均値測定用受信機は、CISPR16-1 答申の第 1 編 6 「周波数 9 kHz から 18 GHz までの平均値測定用受信機」に規定された特性を満足すること。

#### 1.3.2 伝導妨害波測定設備

##### 1.3.2.1 測定場

伝導妨害波の測定は、CISPR16-1 答申の第 4 編 5 「周波数 30 MHz から 1000 MHz までの無線周波電界強度測定用試験場」に規定された測定距離 10m に使用する特性を満足する野外試験場又は電波無反射室（金属大地面付き）において行う。

なお、金属大地面は、供試装置の外郭より少なくとも 0.5 m 広く、最小寸法が 2 m  $\times$  2 m であること。

##### 1.3.2.2 擬似電源回路網

擬似電源回路網 (AMN) は、CISPR16-1 答申の第 2 編 4.3 「50  $\Omega$  / 50  $\mu$  H V 型擬似電源回路網 (0.15 MHz から 30 MHz まで)」に規定された特性を満足すること。

擬似電源回路網は、測定点において供試装置の電源線間に規定の高周波インピーダンスを与え、電源線上の周囲雑音が供試装置に混入しないようにするために必要である。

また、測定設備へ供給される AC 電源に重畳する雑音は、フィルタにより 9kHz から 30MHz の周波数範囲で十分遮断されていること。

### 1.3.3 放射妨害波測定設備

#### 1.3.3.1 測定場

周波数 9 kHz～30 MHz の測定に使用する放射妨害波測定場は、CISPR11 答申の 8 「試験場における測定に関する特別規定（9 kHz から 1 GHz）」で規定された測定場の特性を満足すること。

周波数 30 MHz～1000 MHz の測定に使用する放射妨害波測定場は、CISPR11 答申の 8 及び CISPR16-1 答申の第 4 編 5 「周波数 30 MHz から 1000 MHz までの無線周波電界強度測定用試験場」に規定された測定距離 10m に使用する測定場の特性を満足すること。

なお、野外試験場の代わりに金属大地面を持つ電波半反射室（以下、「5 面電波暗室」。）を利用する場合は、CISPR16-1 答申の第 4 編 5 に規定された特性を満足するとともに、金属大地面は、供試装置の外郭より少なくとも 0.5 m 広く、最小寸法が 2 m×2 m であること。

また、1 GHz を超える周波数の測定は、CISPR16-1 答申の第 4 編 5 に規定された特性を満足する 6 面電波暗室において、又は 5 面電波暗室において、金属大地面に電波吸収体を敷いて行う。

#### 1.3.3.2 測定用アンテナ

周波数 30 MHz 以下の測定に使用するアンテナは、CISPR16-1 答申の第 4 編 4 「無線周波放射妨害波測定用アンテナ」の特性を満足するループアンテナを用いること。アンテナは、垂直面内に保持し、垂直軸の周りに回転できることとし、ループ最下端の地上高は 1 m とする。

周波数 30 MHz～1000 MHz の測定に使用するアンテナは、CISPR16-1 答申の第 4 編 4 のうち、4.4 「30 MHz から 300 MHz までの周波数帯」及び 4.5 「300 MHz から 1000 MHz の周波数範囲」に規定された特性を満足すること。

また、水平偏波及び垂直偏波の両方で測定を実施し、垂直偏波の測定においては、アンテナ最下端の地上高は 0.25 m 以上とすること。

1 GHz を超える周波数の測定に使用するアンテナは、CISPR16-1 答申の第 4 編 4 の特性を満足する直線偏波アンテナを用いること。

### 1.3.4 測定用具

#### 1.3.4.1 測定用模擬負荷

実際の電池に代えて、模擬負荷を用いる。

#### 1.3.4.2 測定用受電装置

供試装置が送電装置単体の場合には、当該送電装置と互換性のある測定用受電装置（2 次装置）を用いて測定を行う。測定用受電装置は、測定用模擬負荷を接続した状態で放射妨害波を可能な限り低減するようあらかじめ調整し、その特性を記録するとともに、供試装置の測定データにこれを添付する。

#### 1.3.4.3 測定用送電装置

供試装置が受電装置単体の場合には、当該受電装置と互換性のある測定用送電装置（1 次装置）を用いて測定を行う。測定用送電装置は、放射妨害波を可能な限り低減するようあらかじめ調整し、その特性を記録するとともに、供試装置の測定データにこれを添付する。

#### 1.3.4.4 測定用固定治具

電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの妨害波特性の測定にあたっては、受電装置を送電装置 1 次装置の上方空間の一定の位置に保持するとともに、車両の電磁気的影響を模擬し測定の再現性を確保するため、測定用固定治具を用いる等の措置を行う。

#### 1.4 測定法

電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定法は、付属書 A のとおりとすることが適当である。

## 2. 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムの許容値及び測定法

### 2.1 対象システム

#### 2.1.1 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム①

(1) 家庭用電化製品又は情報通信機器への無線による給電を目的とする、送電側装置と機器側に装備される受電側装置で構成されるワイヤレス電力伝送システムで、出力が100Wまでのもの。

(2) 電力伝送に用いる周波数は、6,7MHz 帯 (6,765 kHz-6.795 kHz) を使用することが適当である。

#### 2.1.2 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム③

(1) 情報通信機器への無線による給電を目的とする、送電側装置と機器側に装備される受電側装置で構成されるワイヤレス電力伝送システムで、出力が100Wまでのもの。

(2) 電力伝送に用いる周波数は、425-471kHz、480-489kHz、491-494kHz、506-517kHz 及び 519-524kHz を使用することが適当である。

### 2.2 許容値

#### 2.2.1 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム①の許容値

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムのうち、2.1.1 項に掲げるシステムの電磁妨害波の許容値は、以下のとおりとすることが適当である。

##### (1) 利用周波数帯における放射妨害波の許容値

利用周波数帯においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表1 利用周波数帯における許容値

周波数帯	測定点	許容値
6,765kHz-6,795kHz	10m	115.5dB $\mu$ V/m @10m 64dB $\mu$ A/m@10m ただし、周波数共用検討結果を受け、被干渉側システム（固定・移動通信）と同一の周波数を使用する場合にはこの値を 44dB $\mu$ A/m@10m 低減する。

##### (2) 伝導妨害波の許容値

平成22年情報通信審議会答申（「諮問第3号『国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について』のうち、『情報技術装置からの妨害波の許容値と測定法』をいう。以下、「CISPR22 答申」。）のうち表1（表4.1.2-6）又は表2（表4.1.2-7）に定める許容値以下であることが適当である。

なお、当該WPT機器がCISPR22 答申（将来的に置き換えられるCISPR 32 (Ed. 1.0)を含む）及び平成22年情報通信審議会答申（「諮問第3号『国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について』のうち、『家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法』をいう。以下、「CISPR14-1 答申」。）で対象とする装置以外の製品に搭載される場合、又はこれらの国際規格において利用周波数の規定がない場合には、150kHz から30MHz までの伝導妨害波の許容値については、1.2 項(2)に示すとおり

とする。

(3) 利用周波数帯以外における放射妨害波の許容値

利用周波数帯以外においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表2 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム①の放射妨害波に関する許容値

	測定点	許容値
放射妨害波	距離 10m	利用周波数<math>-30\text{MHz}</math> 本ワイヤレス電力伝送機器が CISPR22 答申(将来的に置き換えられる CISPR 32 (Ed. 1.0) を含む) 又は CISPR14-1 答申で対象とする装置以外の製品に搭載される場合、又はこれらの国際規格において利用周波数の規定がない場合には、利用周波数から 1GHz までの放射妨害波の許容値については、1.2 項(3)に示すとおりとする。  30MHz~6GHz CISPR22 答申のうち、表5 (表 4.1.2-9) 及び表7 (表 4.1.2-11)、又は表6 (表 4.1.2-10) 及び表8 (表 4.1.2-12) に定める許容値を適用する。 ※将来的に CISPR 32 (Ed. 1.0) の規格値に置き換えられる。

2.2.2 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム③の許容値

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムのうち、2.1.2 項に掲げるシステムの電磁妨害波の許容値は、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 利用周波数帯における放射妨害波の許容値

利用周波数帯においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表1 利用周波数帯における許容値

周波数帯	測定点	許容値
425-471kHz 480-489kHz 491-494kHz 506-517kHz 519-524kHz	10m	[P]

(2) 伝導妨害波の許容値

2.2.1 項(2)と同じ。

(3) 利用周波数帯以外における放射妨害波の許容値

利用周波数帯以外においては、次の表に示す許容値以下であることが適当である。

表2 家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システム①の放射妨害波に関する許容値

	測定点	許容値
放射妨害波	距離 10m	150kHz-30MHz 2.2.1 項(3)と同じ。 ただし、526.5kHz から 1606.5kHz までの周波数において は、 [P]  30MHz~6GHz 2.2.1 項(3)と同じ。

### 2.3 測定設備

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定に使用する設備は、以下のとおりとすることが適当である。

#### 2.3.1 測定用受信機

1.3.1 項と同じ。

#### 2.3.2 伝導妨害波測定設備

##### 2.3.2.1 測定場

1.3.2.1 項と同じ。

##### 2.3.2.2 擬似電源回路網

1.3.2.2 項と同じ。

#### 2.3.3 放射妨害波測定設備

##### 2.3.3.1 測定場

1.3.3.1 項と同じ。

##### 2.3.3.2 測定用アンテナ

1.3.3.2 項と同じ。

#### 2.3.4 測定用治具

##### 2.3.4.1 測定用模擬負荷

1.3.4.1 項と同じ。

##### 2.3.4.2 測定用受電装置

1.3.4.2 項と同じ。

##### 2.3.4.3 測定用送電装置

1.3.4.3 項と同じ。

### 2.4 測定法

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定法は、付属書 B



のとおりとすることが適當である。

### 3 電波防護指針への適合性の確認

我が国では、電波が人体に与える影響に関する様々な研究結果に基づき、電波のエネルギーが人体に好ましくない影響を及ぼさないよう、指針となる電波のエネルギー量等に関して、電波防護のための指針（電気通信技術審議会答申「電波利用における人体の防護指針」（平成2年6月）及び「電波利用における人体防護の在り方」（平成9年4月）並びに情報通信審議会答申「局所吸収指針の在り方」（平成23年5月））を策定しており、これらに基づき、ワイヤレス電力伝送システムの運用形態に応じて、電波防護のための指針（以下、「防護指針」。）に適合するようシステム設計に配慮する必要がある。

ワイヤレス電力伝送システムから発射される漏えい電波が人体に有害な影響を与えないよう、電波防護の指針への適合性を確認するための以下の評価方法を整備することが適当である。

#### 3.1 対象

本評価の対象とするワイヤレス電力伝送システムは、高周波利用設備の各種設備に位置づけられているもののうち、50Wを超える電力を使用するシステムとする。ただし、50W以下の電力を使用するワイヤレス電力伝送システムについても、本評価で示した適用すべきガイドライン及び適合性評価方法を適用することは可能である。

#### 3.2 ワイヤレス電力伝送システムに適用する電波防護指針値

適用する防護指針値は、一般環境（条件G）の管理指針（電磁界強度指針、補助指針及び局所吸収指針）とする。ただし、局所吸収指針が適用されない10 kHzから100 kHzの周波数領域において、人体がワイヤレス電力システムから20 cm以内に近接する場合には基礎指針を適用する。なお、基礎指針には一般環境と職業環境（条件P）の区別がないため、基礎指針を適用する場合には管理指針で適用されている電力で $1/5$ （電磁界強度や電流密度では $1/\sqrt{5}$ ）の安全率を考慮した値を適用する。

##### 3.2.1 適用すべき指針値の基本的な考え方

ワイヤレス電力伝送システムに適用すべき指針値は、当該装置から発生する電波の特性、設置状態・使用条件等によって異なる。適用すべき指針値の基本的な考えを下記に示す。

- 全ての周波数領域において、熱作用に基づく指針値（平均時間6分間）を適用する。
- 前項に加えて、10 kHzから100 kHzまでの周波数領域においては、刺激作用に基づく指針値（平均時間1秒未満）を適用する。
- 人体が電波放射源及び金属体から20 cm以上離れている場合には、不均一または局所的なばく露に関する補助指針を適用できる。
- 人体が電波放射源及び金属体から20 cm以内に近づく場合には、電磁界強度指針を入射電磁界強度の最大値に適用するか、または局所吸収指針（ただし、100 kHz未満は基礎指針値に一般環境相当の安全率を考慮した値）を適用する。なお、電磁界強度指針の最大値を適用するためには、電波放射源から20 cm以内の領域の電磁界を電磁界プローブで正確に測定できることが必要である。
- 電界と磁界が $377\Omega$ の関係にない近傍界ばく露条件では、熱作用のうち全身平均SARに基づく指針値については電界と磁界のそれぞれの指針値に対する割合の自乗和が1を超えてないことを確認し、それ以外の指針値については電界と磁界のそれぞれの寄与による人体ばく露量（誘導電流密度や局所SAR）のピーク位置が同一場所にならない場合には、電界と磁界のそれぞれについて指針値を超えないことを確認する。

ただし、電界と磁界のいずれかの影響が他方に比べて十分に小さい場合には、支配的な界についてのみ評価を行うことができる。その場合、電界の影響を適合性評価における不確

かさに含むこと。

- 適用すべき指針値の平均時間にわたり電界強度又は磁界強度が変動する場合には、平均時間内で実効値の自乗平均平方根した値を指針値と比較する。
- 電磁界が指針値に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合には、各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、その総和が1を超えないことを確認する。
- 接触ハザードが防止されていない場合には、電磁界強度指針の接触ハザードが防止されていない場合についての注意事項（注1）を適用するか、または接触電流に関する補助指針を適用する。
- 3 MHz 以上の周波数領域で非接地条件が満たされない場合には、電磁界強度指針の非接地条件が満たされない場合についての注意事項（注2）を適用するか、または誘導電流に関する補助指針を適用する。
- 電磁界強度指針は最悪のばく露条件を想定しているため、当該指針を超過していても直ちに防護指針に適合していないとはならない。そのため、電磁界強度指針を満足していなくとも、防護指針の根拠となる基礎指針により即している局所吸収指針（100 kHz 未満においては基礎指針に一般環境に相当する安全率を考慮した値を適用することで、防護指針への適合性を直接確認することができる。
- 電界の影響が磁界の影響に比べて十分に小さく、かつ全身平均 SAR の適合性評価を行わなくとも誘導電流密度または局所 SAR の適合性評価をもって安全性が確認できる場合には、磁界強度に対して国際規格 IEC 62311 で規定されている結合係数を用いた評価により、誘導電流密度または局所 SAR に関する局所吸収指針（100 kHz 未満においては基礎指針に一般環境に相当する安全率を考慮した値への適合性を確認することができる。

### 3.2.2 各ワイヤレス電力伝送システムに適用すべき指針値

各ワイヤレス電力伝送システムに適用すべき指針値は、以下のとおりとすることが適切である。なお、各ワイヤレス電力伝送システムで想定している電波の特性や設置・使用条件を逸脱する場合には、上記の基本的な考えに基づき、適切な指針値を適用する必要がある。

#### 3.2.2.1 100 kHz 未満の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム

100 kHz 未満の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関しては、熱作用に基づく指針値に加えて、刺激作用に基づく指針値を適用する必要がある。

ただし、100 kHz 未満の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関しては、刺激作用に基づく誘導電流密度に関する指針値を満足する場合、熱作用のうち全身平均 SAR 及び局所 SAR に基づく指針値を満足することが確認されているため、適用すべき指針値は刺激作用に基づく誘導電流密度に関する指針値と接触ハザードが防止されていない場合に対する接触電流に関する指針値になる。

##### (1) 電磁界強度指針及び補助指針

電磁界強度指針の表 3 (b) の磁界強度に関する指針値への適合性を確認する。さらに、電磁界強度指針の表 3 の接触ハザードが防止されていない場合の注意事項（注1）への適合性を確認する。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の磁界強度の最大値が表 3(b)の磁界強度に関する指針値を超えている場合、不均一ばく露に関する補助指針を適用できる。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3(a)の注1を超えている場合、不均一ばく露に関する補助指針を適用できる。さらに、ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3(a)の注1を超えている場合、または表 3(a)の注1に関する不均一ばく露に関する補助指針を満足しない場合であっても、接触電流に関する補助指針を適用できる。

## (2) 基礎指針

一般環境に相当する安全率を考慮した値を対象とする。

誘導電流密度に関する基礎指針（2）を満足する場合、電磁界強度指針の表 3(b) の評価は必要ない。また、外部磁界に対して結合係数を用いた評価を行うことで、誘導電流密度に関する基礎指針（2）への適合性を確認することができる。

接触電流に関する基礎指針（3）は接触電流に関する補助指針と同じであるため、当該基礎指針値を適用する必要はない。

### 3.2.2.2 100 kHz 以上の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム

100 kHz 以上の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関しては、熱作用に基づく指針値のみを適用し、刺激作用に基づく指針値は適用しない。

ただし、100 kHz 以上の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関しては、局所 SAR に基づく指針値が満足される場合でも、必ずしも全身平均 SAR に関する指針値を満足するとはいえないため、適用すべき指針値は全身平均 SAR 及び局所 SAR に関する指針値と接触ハザードが防止されていない場合に対する接触電流に関する指針値になる。

#### (1) 電磁界強度指針及び補助指針

電磁界強度指針の表 3 (a) の磁界強度に関する指針値への適合性を確認する。さらに、電磁界強度指針の表 3 の接触ハザードが防止されていない場合の注意事項（注 1）への適合性を確認する。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の磁界強度の最大値が表 3(a) の磁界強度に関する指針値を超えている場合、不均一ばく露に関する補助指針を適用できる。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3(a) の注 1 を超えている場合、不均一ばく露に関する補助指針を適用できる。さらに、ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3(a) の注 1 を超えている場合、または表 3 の注 1 に関する不均一ばく露に関する補助指針を満足しない場合であっても、接触電流に関する補助指針を適用できる。

#### (2) 局所吸収指針

四肢における局所 SAR の指針値を満足する場合、電磁界強度指針の表 3(a) の評価は必要ない。なお、100 kHz 未満の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムとは異なり、結合係数を用いた評価は適用できない。

接触電流に関する局所吸収指針は接触電流に関する補助指針と同じであるため、当該局所吸収指針値を適用する必要はない。

### 3.2.2.3 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①は 100 kHz 以上の周波数の電波を利用しているため、熱作用に基づく指針値のみを適用し、刺激作用に基づく指針値の評価は必要ない。家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①周辺の電界と磁界は 377 Ω の関係のない近傍界ばく露条件となるため、電界と磁界のそれぞれについて指針値への適合性を確認する必要がある。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①は主に屋内でのモバイル端末への充電に使用され、場合によっては充電中のノート PC 等をユーザーが利用する可能性もある。したがって、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①に対しては、人体が 20 cm 以内に近接

する可能性があることから、不均一又は局所ばく露に関する補助指針を適用できない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①は充電場所である屋内で、隣接する什器等の非接地の金属体等が存在する可能性があり、接触ハザードが防止されているとはいえない。そのため、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①に対しては接触ハザードが防止されていない場合に適用される電磁界強度指針の注意事項（注1）または接触電流に関する補助指針を適用する必要がある。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①は屋内で利用されるため、非接地条件は満足されているとみなせる。したがって、非接地条件が満たされない場合の電磁界強度の注意事項（注2）や誘導電流に関する補助指針を適用する必要はない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①では、各指針値の平均時間内の変動はほとんどないため、電磁界強度指針の注意事項（注3）を適用する必要はない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①では、単一の周波数を電力伝送に利用しているが、高調波成分も発生する可能性があることから、当該周波数以外に指針値に対して無視できない複数の周波数が存在する場合には、電磁界強度指針の注意事項（注4）を適用する。

前述したとおり、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①は屋内の様々な場所に設置されているため、人体ばく露量（局所SAR）のピークは人体の任意の部位に現れる。したがって、局所吸収指針を適用する場合には、より安全側の評価となる四肢以外の任意の組織における指針値を適用する。

#### (1) 電磁界強度指針及び補助指針

電磁界強度指針の表3(a)の磁界強度に関する指針値への適合性を確認する。さらに、電磁界強度指針の表3の接触ハザードが防止されていない場合の注意事項（注1）への適合性を確認する。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表3(a)の注1を超えている場合、接触電流に関する補助指針を適用できる。

ただし、接触電流に関する補助指針を適用する場合は、電磁界強度指針の表3(a)の電界強度に関する指針値への適合性を確認する必要がある。

#### (2) 局所吸収指針

四肢以外の任意の組織における局所SARの指針値を満足する場合、電磁界強度指針の表3(a)の評価は必要ない。

接触電流に関する局所吸収指針は接触電流に関する補助指針と同じであるため、当該局所吸収指針値を適用する必要はない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①では、小児の全身平均SARおよび局所SARが成人よりも大きくなる可能性がある。したがって、局所吸収指針による適合性評価を行う際には小児のSARを考慮すること。

### 3.2.2.4 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③は100 kHz以上の周波数の電波を利用しているため、熱作用に基づく指針値のみを適用し、刺激作用に基づく指針値の評価は必要ない。家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③周辺の電界と磁界は377Ωの関係のない近傍界ばく露条件となるため、電界と磁界のそれぞれについて指針値への適合性を確認する必要がある。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③は主に屋内でのモバイル端末への充電に使用され、場合によっては充電中のノートPC等をユーザーが利用する可能性もある。したがって、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③に対しては、人体が20 cm以内に近接

する可能性があることから、不均一又は局所ばく露に関する補助指針を適用できない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③は充電場所である屋内で、隣接する什器等の非接地の金属体等が存在する可能性があり、接触ハザードが防止されているとはいえない。そのため、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③に対しては接触ハザードが防止されていない場合に適用される電磁界強度指針の注意事項（注1）または接触電流に関する補助指針を適用する必要がある。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③で利用される電波の周波数は3 MHz未満であるため、非接地条件が満たされない場合の電磁界強度の注意事項（注2）や誘導電流に関する補助指針を適用する必要はない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③では、各指針値の平均時間内の変動はほとんどないため、電磁界強度指針の注意事項（注3）を適用する必要はない。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③では、単一の周波数を電力伝送に利用しているが、高調波成分が発生する可能性があることから、当該周波数以外に指針値に対して無視できない複数の周波数が存在する場合には、電磁界強度指針の注意事項（注4）を適用する。

家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③は屋内の様々な場所に設置されているため、人体ばく露量（局所 SAR）のピークは人体の任意の部位に現れる。したがって、局所吸収指針を適用する場合には、より安全側の評価となる四肢以外の任意の組織における指針値を適用する。

#### (1) 電磁界強度指針及び補助指針

電磁界強度指針の表 3 (a) の電界強度及び磁界強度に関する指針値への適合性を確認する。さらに、電磁界強度指針の表 3 の接触ハザードが防止されていない場合の注意事項（注1）への適合性を確認する。

ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3(a)の注1を超えている場合、接触電流に関する補助指針を適用できる。

ただし、接触電流に関する補助指針を適用する場合は、電磁界強度指針の表 3 (a) の電界強度に関する指針値への適合性を確認する必要がある。

#### (2) 局所吸収指針

全身平均 SAR 及び四肢以外の任意の組織における局所 SAR の指針値を満足する場合、電磁界強度指針の表 3(a)の評価は必要ない。

接触電流に関する局所吸収指針は接触電流に関する補助指針と同じであるため、当該局所吸収指針値を適用する必要はない。

### 3.3 ワイヤレス電力伝送システムの適合性確認のための評価方法

ワイヤレス電力伝送システムにおいて、防護指針への適合性を評価するために必要な技術的事項等を以下に示す。なお、ここで示した評価方法とは異なる方法については、適正な工学的技術に基づいたものであれば、必ずしもその適用を排除するものではない。特に、IEC等の国際規格に基づく適合性評価が可能な場合には、当該評価手法を利用できる。また、本節で評価方法が示されていないガイドラインのパターンについても、今後、これらのパターンの評価が可能となる適正な工学的技術に基づいた方法が確立された場合、または適用可能な要件を満足するシステムに限定できる場合には、これらのパターンに対する適合性確認も可能である。さらに、ここで示した評価方法は、防護指針の見直し及び評価技術の進歩に対応して、漸次、追加又は見直しを行う必要がある。

測定値を指針値と比較する際には、測定値に含まれる不確かさを求め、拡張不確かさが

30%を超える場合には IEC62311 国際規格の方法に基づき、適用する指針値を補正すること。

### 3.3.1 ワイヤレス電力伝送において適用すべき指針値のパターン

ワイヤレス電力伝送システムからの漏えい電波が人体に与える影響の評価を行う場合には、以下に示す適用すべき指針値のパターンのいずれかを満足すれば、電波防護指針に適合しているとみなせる。パターン①は最も簡便に評価できるが、人体の電波吸収量が最大となる最悪のばく露条件を想定しているため、過剰に厳しい評価となる。パターンの数字が大きくなるほど、より詳細な評価が必要になるが、より大きな電波ばく露量を許容することが可能となる。

灰色の網掛けのパターンについては、適合性評価方法が本報告書には記載されていない、または現時点では適用するための要件（電界影響が十分に小さく、全身平均 SAR 評価を省略できる）が満足されていないことを示している。今後、これらのパターンの評価が可能となる適正な工学的技術に基づいた方法が確立された場合、または適用可能な要件を満足するシステムに限定できる場合には、これらのパターンに対する適合性確認も可能である。

#### 3.3.1.1 100 kHz 未満の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:なし(又は極めて低い)						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均 SAR				
		局所 SAR				
	誘導電流密度					基礎指針 (安全率1/√5を付加)
	接触電流		接触電流に関する補助指針		接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針
	足首誘導電流					
	外部電界	電磁界強度指針注意事項1 ※1			電磁界強度指針注意事項1 ※1	
		※1: 不均一ばく露に関する補助指針も適用可			※1: 不均一ばく露に関する補助指針も適用可	
	外部磁界	電磁界強度指針表3(b) ※1	電磁界強度指針表3(b) ※1	結合係数による誘導電流密度評価	結合係数による誘導電流密度評価	
		※1: 不均一ばく露に関する補助指針も適用可				

#### (1) パターン①

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から 20 cm の距離における磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表 3 (b) の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から 0.5m、1m、1.5m の 3 点の測定値の平均値とすることができる。磁界測定に関する基本的な要件は付属書 D を参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から 20 cm の距離における電界強度を測定し、電磁界強度指針値の表 3 (a) の注 1 の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から 0.5m、1m、1.5m の 3 点の測定値の平均値とすることができる。電界測定に関する基本的な要件は付属書 C を参照すること。

#### (2) パターン②

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20 cmの距離における磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3 (b)の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から0.5m、1m、1.5mの3点の測定値の平均値とすることができる。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し、接触電流に関する補助指針の指針値よりも低いことを確認する。接触電流測定に関する基本的要件は付属書Eを参照すること。

#### (3) パターン③

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20 cmの距離における磁界強度を測定し、測定された磁界強度の最大値に結合係数0.05を乗じ、電磁界強度指針値の表3 (b)の指針値よりも低いことを確認する。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照し、結合係数の求め方については付属書Fを参照すること。

なお、電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの結合係数については、安全側の評価となるようにマージンを考慮した0.05を用いることもできる。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20cmの距離における電界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3 (a)の注1の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から0.5m、1m、1.5mの3点の測定値の平均値とすることができる。電界測定に関する基本的な要件は付属書Cを参照すること。

#### (4) パターン④

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20 cmの距離における磁界強度を測定し、測定された磁界強度の最大値に結合係数を乗じ、電磁界強度指針値の表3 (b)の指針値よりも低いことを確認する。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照し、結合係数の求め方については付属書Fを参照すること。

なお、電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの結合係数については、安全側の評価となるようにマージンを考慮した0.05を用いることもできる。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し、接触電流に関する補助指針の指針値よりも低いことを確認する。接触電流測定に関する基本的要件は付属書Eを参照すること。

### 3.3.1.2 100 kHz以上の電波を利用する電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム



人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:なし(又は極めて低い)						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR				
		局所SAR			局所吸収指針	
	誘導電流密度					
	接触電流			接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針
	足首誘導電流					
	外部電界		電磁界強度指針注意事項1 ※1			
			※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可			
	外部磁界		電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	結合係数による局所SAR評価 ※2	
※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可			※2:全身平均SARの評価が不要の場合に限る			

(1) パターン①

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20 cmの距離における磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3 (b)の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から0.5m、1m、1.5mの3点の測定値の平均値とすることができる。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20cmの距離における電界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3 (a)の注1の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から0.5m、1m、1.5mの3点の測定値の平均値とすることができる。電界測定に関する基本的な要件は付属書Cを参照すること。

(2) パターン②

ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体から20 cmの距離における磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3 (b)の指針値よりも低いことを確認する。なお、不均一ばく露に関する補助指針を適用することもできる。その場合の空間平均値は大地面から0.5m、1m、1.5mの3点の測定値の平均値とすることができる。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し、接触電流に関する補助指針の指針値よりも低いことを確認する。接触電流測定に関する基本的な要件は付属書Eを参照すること。

### 3.3.1.3 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性		あり			
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない			
非接地条件		非接地条件が満たされている			
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR			局所吸収指針
		局所SAR			局所吸収指針
	誘導電流密度				
	接触電流		接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	局所吸収指針
	足首誘導電流				
	外部電界	電磁界強度指針注意事項1 ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1		
		※1: 不均一ばく露に関する補助指針は適用不可			
	外部磁界	電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	結合係数による局所SAR評価 ※2	
		※1: 不均一ばく露に関する補助指針は適用不可		※2: 電界強度の影響が無視でき、全身平均SARの評価が不要の場合に限る	

#### (1) パターン①

ワイヤレス電力伝送システムに人体が最も近接する所定の位置を含む領域の磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3(a)の指針値よりも低いことを確認する。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムに人体が最も近接する所定の位置を含む領域の電界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3(a)の注1の指針値よりも低いことを確認する。電界測定に関する基本的な要件は付属書Cを参照すること。

#### (2) パターン②

ワイヤレス電力伝送システムに人体が最も近接する所定の位置を含む領域の磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3(a)の指針値よりも低いことを確認する。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システム周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し、接触電流に関する補助指針の指針値よりも低いことを確認する。接触電流測定に関する基本的要件は付属書Eを参照すること。

### 3.3.1.4 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム③

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送電コイル間に入る可能性:あり				
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない		
非接地条件		対象外		
評価方法の分類		パターン①	パターン②	
適用 が考 えら れる 指 針 値 及 び 根 拠 と な る ガ イ ド ラ イ ン 等 の 組 合 せ	SAR	全身平均SAR	局所吸収指針	
		局所SAR	局所吸収指針	
	誘導電流密度			
	接触電流		接触電流に関する補助指針	局所吸収指針
	足首誘導電流			
	外部電界		電磁界強度指針注意事項1 ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1
			※1: 不均一ばく露に関する補助指針は適用不可	
	外部磁界		電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1
			※1: 不均一ばく露に関する補助指針は適用不可	

#### (1) パターン①

ワイヤレス電力伝送システムに人体が最も近接する所定の位置を含む領域の磁界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3(a)の指針値よりも低いことを確認する。磁界測定に関する基本的な要件は付属書Dを参照すること。

次に、ワイヤレス電力伝送システムに人体が最も近接する所定の位置を含む領域の電界強度を測定し、電磁界強度指針値の表3(a)の注1の指針値よりも低いことを確認する。電界測定に関する基本的な要件は付属書Cを参照すること。

### 3.4 安全装置のあり方

電磁波源が電磁環境の発生源であることから、電磁波源側で人体を電磁界から護る対策を講ずる必要がある。対策の構成としては、電磁波源等をハード面及びソフト面の2つの側面から捉え、その効果を最大限発揮できるような対策を適用する必要がある。

#### (ハード面の対策)

利用状態において一定範囲に人が立ち入れないような状態にする、受電コイルが存在しない場合に送電を開始しない、送電及び受電コイルの間に人体が入った場合に送電を停止する、機器の異常状態を感知し送電を停止する等の方法がある。

#### (ソフト面の対策)

ワイヤレス電力伝送システムから放射される電波の強さに関する情報提供を行う、安全管理マニュアルや機器の操作説明等において、防護に関して必要な情報を明示する等の方法がある。

なお、電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムを搭載している車内の人体の安全性は安全装置の枠組みで担保されるべきものであり、本報告で規定している評価方法は適用できない。

### 3.5 留意事項

- (1) 電波防護指針の値は、十分な安全率を考慮した人体防護を前提としたものであることから、防護指針値を超えたからといってそれだけで人体に影響があるものではないことに注意が必要である。
- (2) 電波防護指針は、現時点において専門家が共通の認識に達している事項に基づいて記述されており、暫定的な性格も有している。したがって、今後、この分野における調査研究が進展し、科学的に裏付けされた根拠や新しい考え方が示された場合には、電波利用の状況や諸外国の状況等に応じて、防護指針の内容が改訂される可能性があることにも留意する必要がある。
- (3) 本答申で示した適合性評価方法とは異なる方法については、適正な工学的技術に基づいたものであれば、必ずしもその適用を排除するものではない。さらに、適合性評価方法については技術の進展や諸外国の状況等に応じて見直しを行うことが望ましい。
- (4) ワイヤレス電力伝送システムが生活圏の近辺に設置され、利用者が電波波源に近接して使用する機会が多いことに鑑み、次の事項についても配慮することが必要である。
  - ・ペースメーカー装着者がワイヤレス電力伝送システムを利用する場合は、担当医師の指示に従い、適切に評価・防護することが必要である。防護指針はペースメーカー装着者を対象とはしておらず、防護指針に適合していてもペースメーカーに影響を与える可能性があることに留意すること。
  - ・金属を身につけている場合や体内に金属を埋め込んでいる場合は、指針値以下の電磁界でも予想外の局所的な発熱などを引き起こす可能性があり、注意が必要である。

#### 4 その他

##### 4.1 ワイヤレス電力伝送システムの製造業者など関係者の努力

ワイヤレス電力伝送システムの製造業者など関係者においては、ワイヤレス電力伝送システムが広く一般世帯に普及することを考慮して、設備利用者が無線利用との共存について十分に理解できるように必要な情報を周知すること、また、利用者からの相談に応じられるように相談窓口を設けることが必要である。さらに、万一漏えい電波が無線利用に障害を及ぼした場合に備えて、ワイヤレス電力伝送の停止機能など、ワイヤレス電力伝送システムに漏えい電波による障害を除去することができる機能を施すとともに、障害が発生した場合にその除去に積極的に協力することが必要である。

##### 4.2 許容値・測定法の見直し

本答申は、無線利用の保護に最大限配慮し、技術的に詳細な検討を行って、ワイヤレス電力伝送システムの許容値及び測定法を検討したものであるが、今後、ワイヤレス電力伝送システムが実用に供された段階で無線利用との共存状況について把握し、必要に応じて許容値及び測定法を見直すことが重要である。

また、ワイヤレス電力伝送システムの漏えい電波に関して、無線通信規則や CISPR 規格が策定された場合は、必要に応じて許容値及び測定法を見直すことが重要である。

## 付属書 A

電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定法は、以下のとおりとすることが適当である。

### A.1 電源端子における伝導妨害波の測定

被測定ワイヤレス電力伝送システムの電源端子における伝導妨害波の測定は、1.3.2.1項の条件を満足する測定場において、当該設備の動作状態で、以下のように行う。

#### A.1.1 装置類の配置

測定対象のワイヤレス電力伝送システム（供試装置）は、送電装置及び受電装置で構成される。送電装置は、1次コイル部、高周波電源部及びそれらを接続する接続ケーブルから構成される。なお、1次コイル部と高周波電源部を一体とした実装があり、この場合接続ケーブルは露出しない。一方、受電装置は、2次コイル部、整流部及びそれらを接続するケーブルから構成される。充電電池及び充電回路部分（試験では、擬似付加に置き換える部分）は、供試装置の範囲外である。

測定には、図 A.1 のように、送電装置及び受電装置で構成されるワイヤレス電力伝送システム（供試装置）、高周波電源部並びに擬似電源回路網、さらに伝導妨害波測定用受信機を用いる。

- 1) 供試装置のうち、送電装置は、1次コイル部、高周波電源部及び接続ケーブルで構成し、受電装置は、2次コイル部及び整流部で構成する。
- 1) 供試装置のうち、送電装置は、金属大地面（接地面）上の絶縁体（厚さ 0.15m 以下）の上に設置する。受電装置は、測定用固定治具の下面に2次コイルを取り付け、測定用固定治具上に整流部及び充電電池の代替として模擬負荷を設置する。その他の条件は、通常の使用状態に一致させ、供試装置の全ては、他の金属面から少なくとも 0.8m 離して設置する。
- 2) 擬似電源回路網の基準接地端子を、できる限り短い導線を用いて接地面に接続する。
- 3) 電源線及び接続ケーブルを接地面に対して実際の使用状態と同じになるように配置する。測定結果に影響が発生しないようにケーブルの配置に注意を払うこと。
- 4) 供試装置に接地用端子が備わっている場合には、できる限り短い導線を用いて接地させ、接地用端子が無い場合には、装置は通常の接続状態で接地させる。
- 5) 図 A.1 のように、機器を配置し、妨害波電流を測定用受信機で測定する。ターンテーブル上に機器を展開できるようにするため、機器配置において、接続ケーブルが長い場合は、蛇行させてもよい。

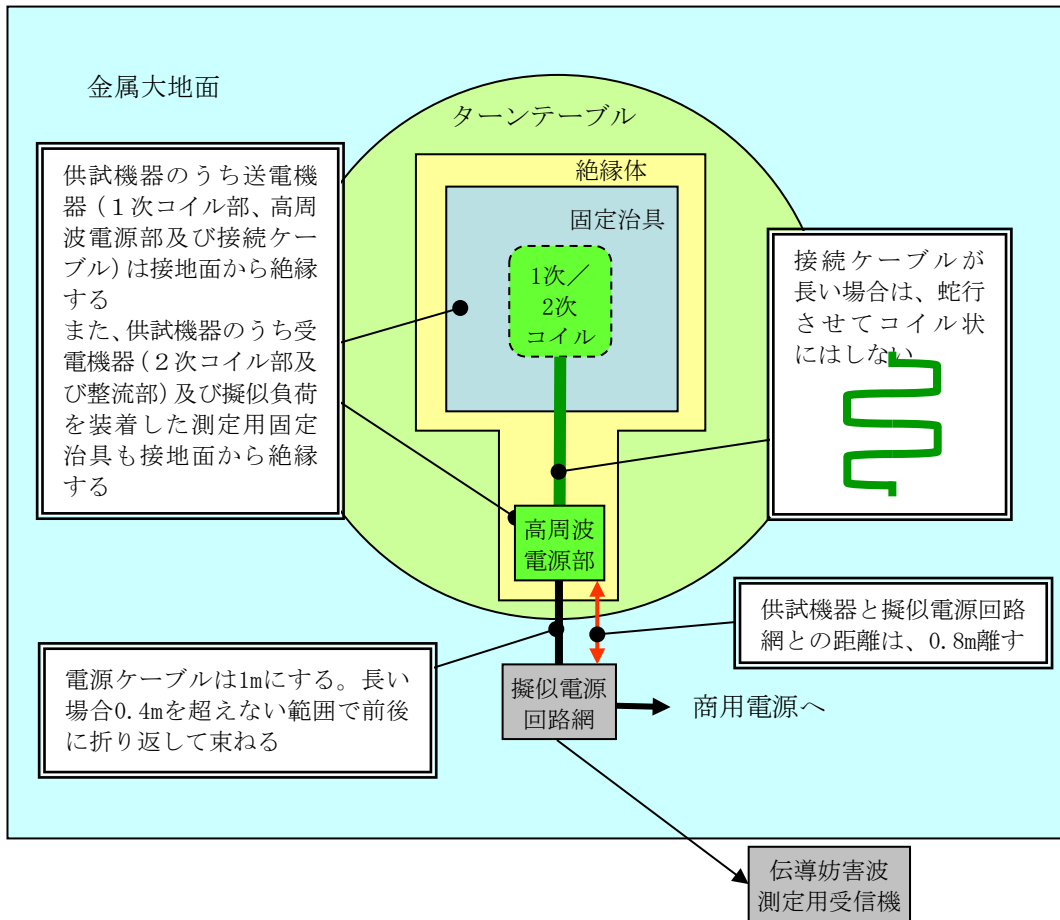


図 A.1 電源端子における伝導妨害波測定の機器配置例（上面視）

#### A.1.2 伝導妨害波の測定（9kHz～30MHz）

測定には、図 A.1 のように、ワイヤレス電力伝送システム（供試装置）、高周波電源部並びに擬似電源回路網、さらに伝導妨害波測定用受信機を用いる。なお、供試装置の1次コイルと2次コイルの離隔距離及び水平面の位置関係は通常の使用状態を想定した「基本位置」とする。

- 1) 電源を投入する。
- 2) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、伝導妨害波の存在を探索する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 3) ピークが記録された周波数毎に、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて妨害波電圧を測定する。同じ状態で、測定用受信機を平均値測定モードにて測定する。これを測定系のノイズフロアから 6dB を超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 4) ワイヤレス送電状態にて、前項の測定を繰り返す。
- 5) 待機状態及び動作状態における電源端子における妨害波電圧の準尖頭値(QP)及び平均値(Av)を測定する。

## A.2 放射妨害波の測定

被測定ワイヤレス電力伝送システムの放射妨害波の測定は、1.3.3.1項の条件を満足する測定場において、当該設備の動作状態で、それぞれ以下のように行う。

### A.2.1 装置類の配置

測定には、ワイヤレス電力伝送システム（供試装置）、高周波電源部を用いる。

なお、これらの装置類に対する電源供給は高域除去電源フィルタを介して行うこと。

- 1) 供試装置のうち、送電装置は、金属大地面（接地面）上の絶縁体（厚さ0.15m以下）の上に設置する。受電装置は、測定用固定治具の下面に2次コイルを取り付け、測定用固定治具上に整流部及び充電電池の代替として模擬負荷を設置する。送電装置の1次コイルと受電装置の2次コイルの離隔距離及び水平面の位置関係は、通常の使用状態を想定した「基本位置」とする。
- 2) 送電装置が1次コイル、高周波電源部及びそれらを接続する接続ケーブルからなる場合は、接続ケーブルは、当該装置の仕様に定める形式及び長さとする。長さを変えることができる場合には、電界強度測定において最大となる妨害波を発生する長さを選ぶこと。測定結果一式には、測定結果を再現できるように、ケーブル及び装置の配置を完全に記述したものを添付し、使用条件が定められている場合には、これらの条件を明確に使用説明書に記載すること。
- 3) 供試装置が送電装置のみあるいは受電装置のみの場合、3.4に規定するあらかじめ準備した供試装置と互換性を有する試験用2次装置または試験用1次装置と組み合わせて測定を実施する。ただし、この場合、試験用装置から放射される妨害波と供試装置から放射される妨害波が重畳されて観測されることを認識し、測定の条件を明確に測定結果に記載すること。
- 4) 供試装置の規模が大きくターンテーブルを回転させることが困難な場合、あらかじめ想定される水平面内の最大放射方向に10m離隔した測定アンテナがくるように設置する。

### A.2.2 放射妨害波の測定（9 kHz～30 MHz）

- 1) ターンテーブル上に置いた供試装置及び測定用固定治具を囲む包絡線の前面より水平距離10mの位置に、3.3.2に規定した測定用ループアンテナをアンテナ下面の高さが1.0mとなるように設置する。
- 2) 送電装置の1次コイルと受電装置の2次コイルを相対させ基本位置に合わせ、電源を入れる。
- 3) ループアンテナを水平に回転させ、供試装置と対向の方向に設定する。
- 4) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、伝導妨害波の存在を探索する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 5) ピークが記録された周波数毎に、ターンテーブルを回転させ、最大受信方向において、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて妨害波電圧を測定する。これを測定系のノイズフロアから6dBを超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 6) ループアンテナを供試装置と直向の方向に設定し、4)～5)の測定を繰り返す。
- 7) ワイヤレス送電状態にて、3)～6)と同様の測定を繰り返す。
- 8) 基本位置での待機状態及び動作状態における放射磁界強度（準尖頭値(QP)）を測定する。

#### A. 2.3 放射妨害波の測定 (30 MHz～1000 MHz)

- 1) ターンテーブル上に置いた供試装置及び測定用固定治具を囲む包絡線の前面より水平距離 10 m の位置に、1.3.3.2 に規定した測定用アンテナをアンテナ昇降支持台に設置する。
- 2) 送電装置の 1 次コイルと受電装置の 2 次コイルを相対させ基本位置に合わせ、電源を入れる。
- 3) 測定用アンテナを供試装置と対向させ水平偏波に設定する。
- 4) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、伝導妨害波の存在を探索する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 5) ピークが記録された周波数毎に、ターンテーブルを回転させ、最大受信方向において、測定用アンテナの高さを 1 m から 4 m の間で変化させ、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて最大となる妨害波電界強度を測定する。これを測定系のノイズフロアーから 6dB を超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 6) 測定アンテナを垂直偏波に設定し、4)～5)の測定を繰り返す。なお、このとき測定アンテナの下端が大地面より 0.25 cm 以下には下げないこと。
- 7) ワイヤレス送電状態にて、3)～6)と同様の測定を繰り返す。
- 8) 基本位置での待機状態及び動作状態における放射電界強度 (準尖頭値(QP)) を測定する。

#### [位置ずれ状態における測定]

- 9) 1 次コイルと 2 次コイルの位置関係をずらし、製造者の申告する電磁波の放射が最大となる条件において、3)～7)の測定を繰り返す。
- 10) 位置ずれ状態における放射電界強度 (準尖頭値(QP)) を測定する。

#### A. 3 測定全般に係る事項

本測定法が対象とする WPT 装置の基本周波数は数 MHz 以下であり、周囲に比較的大きい電磁界を放射する。このとき、特に 30MHz 以下の放射妨害波測定において、以下に注意することが適当である。

測定器の構成要素は、測定用ループアンテナ、測定用受信機、接続ケーブル等から構成される。放射妨害波の許容値が 10 m の距離における磁界強度で規定されるとき、供試装置の基本周波数は 10 m の距離にて測定できる。しかし高調波等不要発射の強度測定を行うとき、10 m の距離では受信機のノイズフロアー以下となる場合がある。

このような場合、測定用アンテナの距離を供試装置に近づけることにより相対的にノイズフロアーを下げて測定することが行われる。注意が必要なのは、このとき使用しているループアンテナの特性である。ループアンテナにはアクティブ型とパッシブ型とがある。ループの根本にプリアンプが挿入されているものがアクティブ型である。いうまでもなくアクティブ型は感度が良いが、プリアンプの内部雑音がノイズフロアーを引き上げる面もある。

最も注意が必要なのは、測定アンテナを供試装置の近傍 (例えば 3 m) に近づけたときである。強い基本波により、プリアンプが飽和現象を起こす可能性がある。プリアンプが挿入されている位置がアンテナ下部であり、フィルタを挿入することができない。そのため、このような近傍での測定ではパッシブ型を使い、測定用受信機の前段に、基本波をカットするハイパスフィルタ等を挿入することが必要となる。



## 付属書 B

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムの電磁妨害波の測定法は、以下のとおりとすることが適当である。

### B.1 電源端子における伝導妨害波の測定

被測定ワイヤレス電力伝送システムの電源端子における伝導妨害波の測定は、2.3.2.1 項の条件を満足する測定場において、当該設備の動作状態で、以下のように行う。

#### B.1.1 装置類の配置

測定対象のワイヤレス電力伝送システム（供試装置）は、送電装置及び受電装置で構成される。送電装置は、1次コイル部、高周波電源部及びそれらを接続する接続ケーブルから構成される。なお、1次コイル部と高周波電源部を一体とした実装があり、この場合接続ケーブルは露出しない。一方、受電装置は、2次コイル部、整流部及びそれらを接続するケーブルから構成される。充電電池及び充電回路部分（試験では、擬似付加に置き換える部分）は、供試装置の範囲外である。

測定には、送電装置及び受電装置で構成されるワイヤレス電力伝送システム（供試装置）、高周波電源部並びに擬似電源回路網、さらに伝導妨害波測定用受信機を用いる。

配置の詳細に関しては、平成23年情報通信審議会答申（「諮問第3号『国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について』のうち、『無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格 第2部第1編 伝導妨害波の測定』をいう。以下、「CISPR16-2-1 答申」）、CISPR14-1 答申及び CISPR22 答申に準ずる。

- 1) 供試装置は、基準金属面から 0.4 m 離して設置すること。  
床面を基準金属面とする場合は、0.4 m の非導電性の台の上に供試装置を設置する。また、垂直壁面を基準金属面として測定する場合は、0.8 m の非導電性の台の上に置き、壁面から 0.4 m の位置にて測定する。送電装置と対向する受電装置の設置条件は、通常の使用状態を想定した「基本位置」とする。
- 2) 床置形の場合、接地面上に設置するが、接地面とは絶縁すること。その他の条件は、通常の使用状態に一致させ、供試装置の全ては、他の金属面から少なくとも 0.8 m 離して設置する。
- 3) 擬似電源回路網の基準接地端子を、できる限り短い導線を用いて接地面に接続する。
- 4) 電源線及び接続ケーブルを接地面に対して実際の使用状態と同じになるように配置する。測定結果に影響が発生しないようにケーブルの配置に注意を払うこと。
- 5) 供試装置に接地用端子が備わっている場合には、できる限り短い導線を用いて接地させ、接地用端子が無い場合には、装置は通常の状態に接地させる。
- 6) WPT 装置を内蔵あるいは外付けの形態で利用する応用機器本体の利用形態として、本体動作中にワイヤレス充電あるいはワイヤレス給電を行うものの測定は、本体機器を動作させた状態で行うこととする。
- 7) 測定設備へ供給される商用電源に重畳する雑音は、フィルタにより 9kHz から 30MHz の周波数範囲で十分遮断されていること。

#### B.1.2 伝導妨害波の測定（9kHz～30MHz）

測定には、送電装置及び受電装置で構成されるワイヤレス電力伝送システム（供試装置）、高周波電源部並びに擬似電源回路網、さらに伝導妨害波測定用受信機を用いる。なお、供試装置の1次コイルと2次コイルの離隔距離及び水平面の位置関係は、通常の使用状態を想定した「基本位置」とする。

- 1) 電源を投入する。
- 2) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、伝導妨害波の存在を探索する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 3) ピークが記録された周波数毎に、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて妨害波電圧を測定する。同じ状態で、測定用受信機を平均値測定モードにて測定する。これを測定系のノイズフロアから 6dB を超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 4) ワイヤレス送電状態にて、前項の測定を繰り返す。
- 5) 待機状態及び動作状態における電源端子における妨害波電圧の準尖頭値(QP)及び平均値(Av)を測定する。

## B.2 放射妨害波の測定

家電・モバイル機器用ワイヤレス電力伝送システムの放射妨害波の測定は、2.3.3.1項の条件を満足する測定場において、当該設備の動作状態で、以下のように行う。

### B.2.1 装置類の配置

測定には、図2のように、送電装置及び受電装置で構成されるワイヤレス電力伝送システム(供試装置)、高周波電源部を用いる。

なお、これらの装置類に対する電源供給は高域除去電源フィルタを介して行うこと。

- 1) 供試装置は、ターンテーブル上に置いた 0.8 m 高の非導電性の台上に設置する。送電装置と対向する受電装置の離隔距離及び水平面の位置関係は、通常の使用状態を想定した「基本位置」とする。
- 2) 電源線及び接続ケーブルは、接地面に対して実際の使用状態と同じになるように配置し、擬似的な影響が発生しないようにケーブルの配置に注意を払うこと。また、供試装置に接地用端子が備わっている場合には、できる限り短い導線を用いて接地すること。接地用端子が無い場合、装置は通常の接続状態で接地を行い試験すること。
- 3) 供試装置が送電装置のみあるいは受電装置のみの場合、あらかじめ準備した供試装置と互換性を有する試験用受電装置又は試験用送電装置と組み合わせて測定を実施する。ただし、この場合、試験用装置から放射される妨害波と供試装置から放射される妨害波が重畳されて観測されることを認識し、測定の条件を明確に測定結果に記載すること。
- 4) 他の装置と相互に作用してシステムを構成する装置については、全体のシステムを代表するような装置を付加するか又はシミュレータを用いて試験すること。いずれの場合も、供試装置は当該システムの残りの部分又はシミュレータの影響を受けた状態で試験すること。ただし、7.2節に定める周囲雑音条件を満足すること。シミュレータは、ケーブルの配置や型式のみならず、接続点の電気的特性や場合によっては機械的特性について、特に高周波信号やインピーダンスについて、適切に実際の装置の代わりになるものであること。
- 5) WPT 装置を内蔵あるいは外付けの形態で利用する応用機器本体の利用形態として、本体動作中にワイヤレス充電あるいはワイヤレス給電を行うものの測定は、本体機器を動作させた状態で行う。

### B.2.2 放射妨害波の測定 (9 kHz～30 MHz)

- 1) ターンテーブル上の 0.8 m 高の非導電性の台の上に設置した供試装置の前面より水平距離 10 m の位置に、2.3.3.2 に規定した測定用ループアンテナをアンテナ下面の高さが 1.0 m となるように設置する。

[基本位置での測定]

- 2) 送電装置の1次コイルと受電装置の2次コイルを相対させ基本位置に合わせ、電源を入れる。
- 3) ループアンテナを水平に回転させ、供試装置と対向の方向に設定する。
- 4) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、伝導妨害波の存在を探索する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 5) ピークが記録された周波数毎に、ターンテーブルを回転させ、最大受信方向において、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて妨害波電圧を測定する。これを測定系のノイズフロアから6dBを超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 6) ループアンテナを供試装置と直向の方向に設定し、4)～5)の測定を繰り返す。
- 7) ワイヤレス送電状態にて、3)～6)と同様の測定を繰り返す。
- 8) 基本位置での待機状態及び動作状態における放射磁界強度(準尖頭値(QP))を測定する。

[位置ずれ状態における測定]

- 9) 1次コイルと2次コイルの位置関係をずらし、製造者の申告する電磁波の放射が最大となる条件において、3)～7)の測定を繰り返す。
- 10) 位置ずれ状態における放射電界強度(準尖頭値(QP))を測定する。

B.2.3 放射妨害波の測定 (30 MHz～1000 MHz)

- 1) ターンテーブル上の0.8 m高の非導電性の台の上に設置した供試装置の前面より水平距離10 mの位置に、2.3.3.2に規定した測定用ループアンテナをアンテナ下面の高さが1.0 mとなるように設置する。
- 2) 送電装置の1次コイルと受電装置の2次コイルを相対させ基本位置に合わせ、電源を入れる。
- 3) 測定用アンテナを供試装置と対向させ水平偏波に設定する。
- 4) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を掃引し、放射妨害波の存在を検知する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する。
- 5) ピークが記録された周波数毎に、ターンテーブルを回転させ、最大受信方向において、測定用アンテナの高さを1 mから4 mに変化させ、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて最大となる妨害波電界強度を測定する。これを測定系のノイズフロアから6dBを超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 6) 測定アンテナを垂直偏波に設定し、4)～5)の測定を繰り返す。
- 7) ワイヤレス送電状態にて、3)～6)と同様の測定を繰り返す。
- 8) 基本位置での待機状態及び動作状態における放射電界強度(準尖頭値(QP))を測定する。

[位置ずれ状態における測定]

- 9) 1次コイルと2次コイルの位置関係をずらし、製造者の申告する電磁波の放射が最大となる条件において、3)～7)の測定を繰り返す。
- 10) 位置ずれ状態における放射電界強度(準尖頭値(QP))を測定する。

B.2.4 放射妨害波の測定 (1 GHz ～ 6 GHz)

本測定は、WPT装置を内蔵あるいは外付けで利用する応用機器本体が内部で1GHzを超え

る高周波を利用する装置（情報・マルチメディア装置等）であり、本体の動作中にもワイヤレス送電を行うものに関して、本体と一体にして1GHzを超える放射妨害波を測定する場合に実施する。

- 1) 自由空間を模擬した電波無響室内において、ターンテーブル上の0.8 m高の非導電性の台の上に設置した供試装置の前面より水平距離3 mの位置に、3.3.2に規定した測定用アンテナを0.8 m高に設置する。
- 2) 送電装置の1次コイルと受電装置の2次コイルを相対させ基本位置に合わせ、電源を入れる。
- 3) 測定用アンテナを供試装置と対向させ水平偏波に設定する。
- 4) 待機状態にて、測定用受信機をピークホールドモードとし、測定対象の周波数範囲にわたり同調周波数を操引し、放射妨害波の存在を検知する。スペクトルのピークが検知されたそれぞれの周波数を記録する
- 5) ピークが記録された周波数毎に、ターンテーブルを回転させ、最大受信方向において、測定用アンテナの高さを1 mから4 mに変化させ、測定用受信機を準尖頭値測定モードにて最大となる妨害波電界強度を測定する。これを測定系のノイズフロアから6dBを超える主要なピークの周波数毎に繰り返す。
- 6) 測定アンテナを垂直偏波に設定し、4)～5)の測定を繰り返す。
- 7) ワイヤレス送電状態にて、3)～6)と同様の測定を繰り返す。
- 8) 基本位置での待機状態及び動作状態における放射電界強度（準尖頭値(QP)及び平均値(Av))を測定する。

### B.3 測定全般に係る事項

A.3項と同じ。

## 付属書C 電界強度測定方法

### C.1 測定装置の要件

電界強度は、電界に対してのみ感度を有するアンテナ（例えば微小ダイポール）を、アンテナ系を含め校正された測定器に接続して測定する。一般に電界測定に用いられる測定器は、広帯域測定系及び狭帯域測定系に大別され、両測定系とも、基本的にはアンテナ部（給電部を含む）、測定器部及びデータ記録処理装置部から構成される。いずれの測定系においても、時間領域での測定を原則とする。測定系の特徴及び測定系の選定方法は、次のとおりである。

- (1) 広帯域測定系におけるアンテナは、ダイポールを用いる。周波数に対して均一な感度にするために、それらの大きさは測定上限周波数の波長に比べて十分小さくしている。また、通常、等方性を得るために三つのアンテナを互いに直交させて、それらの出力を単独に又は合成して取り出すプローブを用いる。この方式のアンテナは、電磁界の分布が複雑な近傍領域での使用に適している。広帯域測定系の代表的な測定器として、電波防護を目的に設計された広帯域等方性電界強度計がある。また、測定器部をダイオード検波器とオシロスコープのような波形観測装置で構成する方式もある。
- (2) 狭帯域測定系は、対象とする周波数ごとに同調する方式である。この測定系は、通常、測定周波数範囲は極めて広く、受信感度が高く、応答時間が極めて短い。この測定系は、測定対象がパルスであるとき、複数波が存在する場合に適しているが、パルス波の測定のように対象波の占有する帯域幅が測定器部の通過帯域幅より大きい場合には周波数領域で測定する方法が有効である。アンテナ部には、例えばバイコンカルアンテナのような広帯域特性を有するアンテナが使用されるが、その大きさが波長に対して十分小さくないため、遠方領域での測定にしか適さない。近傍領域での測定には、三軸直交微小ダイポールが適している。
- (3) 電磁環境の評価に当たっては、広帯域等方性電界共同系を用いることを優先させ、この測定器では十分な測定が行い得ない場合には他の測定方法を選定する。  
測定系の選定に当たっては、測定系が具備すべき性能、測定可能周波数、電磁界強度範囲等を十分に考慮する必要がある。

### C.2 測定手順の要件

電界強度の測定は、人のいない状態で人の存在する可能性のある全空間を対象とすることを原則とする。一般的に、人の行動や周囲の条件などに不確定な要素があることから、測定の対象とする空間領域を明確にできない場合があると考えられる。このときには、代表的な測定点を選定する必要がある。

また、電磁界強度指針の実際の適用の対象とする空間には、電磁界が不均一となる場合もある。その場合、対象となる空間全ての電界強度分布を詳細に把握することは困難であるが、測定の対象となる空間内に便宜的に人体の占める空間を考慮した単位空間を設定して測定することが考えられる。また、補助指針の適用においては、この単位空間の導入によって、人体に占める空間全体の電界強度分布の平均値等が用いられる。

測定用アンテナを電磁波源や金属物体又は高誘電体物体に近づけると、両者間の容量結合やアンテナのインピーダンス変化が生じるほか、アンテナが大きい場合には、電磁界の乱れや勾配の平均化などが付加されるため、測定誤差が無視できなくなる。これを考慮し、測定用アンテナと電磁波源、大地及び金属物体などとの最小測定距離は、原則として、300MHz未満の周波数では20 cm以上とする。しかし、この最小測定距離は、アンテナの大きさ（素子長、ループ径、開口径など）や反射物体の大きさ、波長に対する比及び反射物体の電気定

数等に依存するため、測定条件によっては、これら距離以内の領域での測定が可能な場合もあり、ワイヤレス電力伝送システムについては、波源から 20 cm 未満であっても人体が近づく可能性のある距離まで電界強度を測定するものとする。

電波防護指針においては、指針値は、対象とする空間の電磁波の状況に応じて、時間平均、瞬時値の最大値等で示されている。したがって、測定して電磁界強度の瞬時値をそのまま評価するのではなく、指針値と比較できるように測定値の処理を行う必要がある。

#### (1) 時間平均

電界強度が時間とともに変化する場合には、平均時間内で電界強度の実効値を自乗平方根した値（時間平均値）を適用する。電界強度は、瞬時値が指針値を超える場合であっても、時間平均値が指針値を超えない場合は、指針値を満たすものと評価される。

#### (2) 空間平均

人体が占める空間の相当する領域における電界分布が均一でない場合、空間的な平均値を用いることが可能な場合もある。人体が占める空間に相当する領域において、時間平均された電磁界強度が指針値を超える点があっても、その空間内における平均値が指針値を超えない場合は、指針値を満たすと評価される。

#### (3) 複数波の評価

入射波が指針値に対して無視できないレベルの複数の周波数成分から成る場合は、それぞれの入射波の電界強度を測定し、それぞれ指針値に対する割合を算出し、それらの自乗和が 1 を超えなければ、指針値を満たすと評価される。

#### (4) 測定上の注意事項

防護対策を講じるなど、測定者の安全を確保することが重要である。特に、接触電流等の測定に際しても、高周波熱傷又は電撃を受けないよう十分に注意を払う必要がある。また、下記にも留意すること。

- 測定系の選定を誤らないこと。
- 測定空間の内又は近傍に反射物等がある場合は、測定位置のわずかな変化に対して、電磁界強度が複雑に変化し局所的に大きくなることもあるので、測定位置の選定に注意すること。
- 指向性を有するアンテナを用いる場合には、その指向特性（水平・垂直）を十分考慮し、主輻射方向以外の方向からの入射波の影響についても考慮すること。
- 測定実施時には、測定者及び測定系に起因する電磁界のじょう乱を極力避けるよう配慮すること。特に、時間的に変化している電磁界を測定している間は、測定者、アンテナ及び周囲の物体は移動させないこと。また、走査測定に伴って生じる電磁界の変動が、空間的な変動か、時間的な変動かを区別するため、走査を遅くするなど十分な注意を払いながら測定を実施すること。
- 測定機器は、環境条件（温度、湿度、振動、電磁界など）の影響を受ける場合がある。
- 測定系は校正されたものを用いること。構成機器の経過年数、使用頻度などに応じて定期的に校正を実施することが望ましい。

## 付属書 D 磁界強度測定方法

### D.1 測定装置の要件

#### D.1.1 磁界測定原理

主として数100 kHz以下の低周波数領域における磁界測定に用いられるセンサ方式として、誘導コイル方式、ホール素子、フラックスゲート式、磁気抵抗素子、磁気発振方式、量子干渉素子を用いるもの（SQUID）などがある。このうち環境磁界の測定では、誘導コイル方式が多く用いられる。特に携帯型の磁界測定器については回路が簡素で小型化できることから、誘導コイル方式が多く用いられている。誘導コイル方式による磁界測定原理は、電磁誘導作用により誘導コイル（サーチコイル）に鎖交する磁束の大きさの時間変化分に対応した誘起電圧を測定するもので、以下のような関係式がある。

$$V = -j\omega NBS \quad (\text{式 D.1.1-1})$$

ここに、 $V$ ：誘導電圧、 $\omega$ ：角周波数（ $=2\pi f$ ）、 $N$ ：コイルの巻数、 $B$ ：磁束密度（コイル面に垂直な成分）、 $S$ ：コイルの面積、である。測定に十分な感度を得るために、面積や巻数を増やす、あるいは強磁性材料をコイル心に用いて磁束密度  $B$  の大きさを増加させるなどの方策が取られている。また、出力が周波数に比例するため、後段の積分器を用いて平坦な周波数特性となるように信号処理がなされる。

#### D.1.2 測定装置

磁界測定器として、センサ部が1軸のもの、3個のセンサが互いに直交方向に配置された3軸のものがあるが、後述のIECによる国際規格（IEC61786-1[1]）ならびにJIS規格[2]では、式D.1.1-2で定義される3軸合成磁界  $B_R$  を、磁界の大きさの指標として用いることを規定しており、3軸の磁界測定器を用いることが想定されている。

$$B_R = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (\text{式 D.1.1-2})$$

ここに、 $B_x$ 、 $B_y$ 、 $B_z$  は直交3軸各軸の磁束密度の実効値である。3軸の磁界測定器では、測定器の向きによらず同一の値  $B_R$  が表示されるという利点がある。一方、センサ部が1軸の測定器も以前より用いられており、波形出力機能を有する測定器があり、磁界の周波数成分や、到来方向を知るための用途に使用される場面がある。

### D.2 測定手順の要件

人体防護ガイドラインとの適合性評価を念頭に置いた、低周波磁界の標準評価法については、国際機関IECに専門委員会(TC106：「人体ばく露に関する電界、磁界、及び電磁界の評価方法」)が1999年に設置され、一元的に関連国際規格の作成作業が行われている。

1998年に制定された規格「人体ばく露に関する低周波磁界及び電界の測定－測定器の特別要求事項及び測定の手引き(IEC61786)[3]」では、電磁界の基本事項、測定手順や測定器の要求仕様を示している。現在改定作業が進められており、電磁界測定器に関する基本事項と、測定手順のガイダンスについて、分冊発行することが決定している（すでに、基本事項を規定したパート1が、2013年12月に発行されている[1]）。なお本規格[3]は、2004年にJIS化され、JIS C 1910[2]として発行されている。このほか、家電の磁界測定法 IEC62233[4]ならびに電磁界評価法の共通規格 IEC62311[5]においても、ガイドライン適合性評価を念頭においた磁界測定方法が規定されている。概略の手順は下記のとおりである。

#### (手順1) ばく露基準の選定

対象装置の法令やガイドラインに従い、当該装置が適合すべきばく露基準を選定する。

#### (手順2) 放射電磁界の特定

装置から放射する電磁界の周波数、単一スペクトラムか高調波を含む広帯域なスペクトラムかといった放射電磁界特性を特定する。

(手順3) 測定位置の決定

装置の大きさや標準的な使用方法を元に電磁界を測定する位置を決める。IEC62311では「使用者の通常位置」としているが、IEC62233では代表的な装置に対して測定位置を詳細に規定している。

(手順4) 電磁界の評価

手順1で特定した放射電磁界の特性に従い、電磁界の強度を測定する。広帯域スペクトラムの場合、Time Domain法も使用することができる。

(手順5) ばく露評価

手順1で選定したばく露基準に従い、手順4で測定した電磁界強度の結果がばく露基準の参考レベル等の制限値を超えていないことを確認する。電磁界強度に測定結果で適合性が確認できない場合は基本制限に基づいて適合性を確認する。

※測定上の注意事項

防護対策を講じるなど、測定者の安全を確保することが重要である。特に、接触電流等の測定に際しても、高周波熱傷又は電撃を受けないよう十分に注意を払う必要がある。また、下記にも留意すること。

- 測定系の選定を誤らないこと。
- 測定空間の内又は近傍に反射物等がある場合は、測定位置のわずかな変化に対して、電磁界強度が複雑に変化し局所的に大きくなることもあるので、測定位置の選定に注意すること。
- 指向性を有するアンテナを用いる場合には、その指向特性(水平・垂直)を十分考慮し、主輻射方向以外の方向からの入射波の影響についても考慮すること。
- 測定実施時には、測定者及び測定系に起因する電磁界のじょう乱を極力避けるよう配慮すること。特に、時間的に変化している電磁界を測定している間は、測定者、アンテナ及び周囲の物体は移動させないこと。また、走査測定に伴って生じる電磁界の変動が、空間的な変動か、時間的な変動かを区別するため、走査を遅くするなど十分な注意を払いながら測定を実施すること。
- 測定機器は、環境条件(温度、湿度、振動、電磁界など)の影響を受ける場合がある。
- 測定系は校正されたものを用いること。構成機器の経過年数、使用頻度などに応じて定期的に校正を実施することが望ましい。

[1] IEC 61786-1 Ed. 1.0: “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings - Part 1: Requirements for measuring instruments” (2013)

[2] JIS C 1910: 「人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定」(2004)

[3] IEC 61786 Ed. 1.0: “Measurement of Low-Frequency Magnetic and Electric Fields with Regard to Exposure of Human Beings - Special Requirements for Instruments and Guidance for Measurements” (1998)

[4] IEC 62233 Ed. 1.0: “Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure”, (2005)

[5] IEC 62311 Ed. 1.0: “Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)”, (2007)



## 付属書 E 接触電流測定方法

### E.1 測定装置の要件

#### (1) 人体等価インピーダンス回路

対象となる無線局、高周波利用設備に応じて適切な周波数特性をもつ人体等価インピーダンス回路を用いる。成人男性の握り接触時の人体インピーダンスの平均的な特性例を表 E.1 及び図 E.1-1 に示す。また、それを近似的に実現した IEC 60990 の等価回路を図 E.1-2 に示す。ただし、周波数 100 kHz 以上で電流を 100 mA 流した場合、抵抗  $R_b = 500 \Omega$  の消費電力は 5 W に達することに注意する。

等価回路のインピーダンスが人体インピーダンスよりも低い場合は接触電流の測定値が過大評価となるため安全側にあるが、高い場合は過小評価となっていることに注意する。

表 E.1 成人男性（握り接触）のインピーダンスの周波数特性

Frequency	50 Hz	60 Hz	100 Hz	300 Hz	1 kHz	3 kHz	10 kHz
Impedance	5,400 $\Omega$	5,000 $\Omega$	3,920 $\Omega$	2,270 $\Omega$	1,255 $\Omega$	856 $\Omega$	670 $\Omega$
Frequency	30 kHz	100 kHz	300 kHz	1 MHz	3 MHz	10 MHz	30 MHz
Impedance	589 $\Omega$	532 $\Omega$	500 $\Omega$	470 $\Omega$	460 $\Omega$	460 $\Omega$	460 $\Omega$

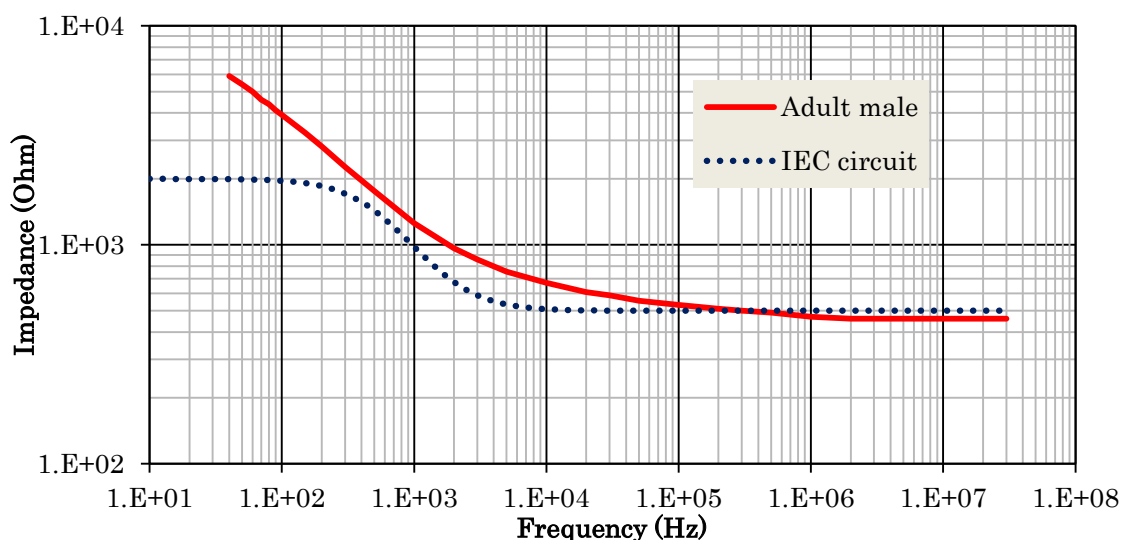


図 E.1-1 成人男性と IEC 等価回路のインピーダンスの周波数特性

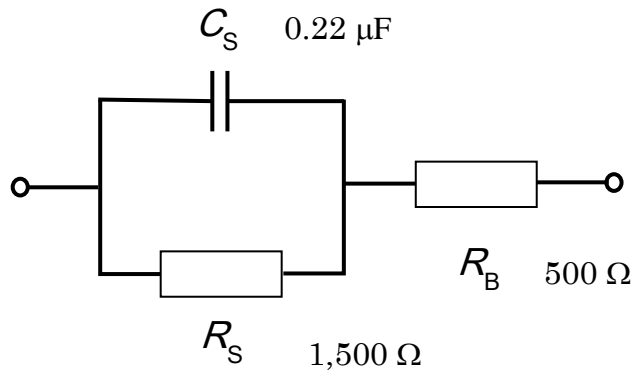


図 E. 1-2 IEC 等価回路

(2) 電極

接触電極は金属性の接触端子を用いる。対象の接触部分が塗装されているような場合には 10 cm×20 cm の金属箔を貼りつけて手のひらによる接触を模擬する。接地電極は足裏に相当する面積 (30 cm×30 cm) の金属板を用いる。靴の着用を模擬する場合は接地電極の下に適当な厚さの絶縁シートを敷く。

(3) 電流計または電圧計

対象となる無線局、高周波利用設備に応じて適切な周波数帯域をもつ電流計または電圧計を用いる。電流計はクランプ式でもよい。電圧計を用いる場合は等価回路に直列接続された 10 Ω 程度の抵抗両端の電圧より電流値に換算して求める。電流計または電圧計の測定平均化時間は 1 秒以内とし、波形振幅が時間的に変動する場合はピークホールド値を求める。

接触電流測定装置の構成例を図 E. 1-3 に示す。

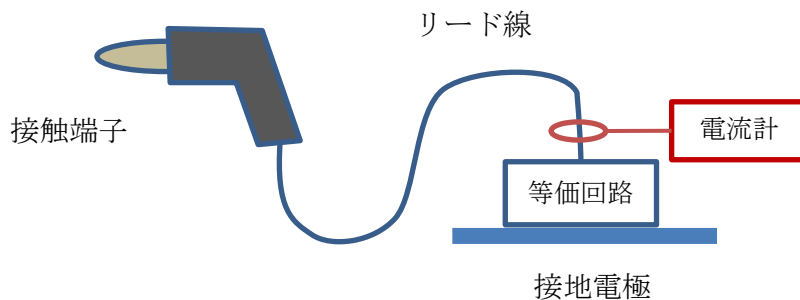


図 E. 1-3 接触電流測定装置の構成例

E. 2 測定手順

(1) 単一周波数とみなせるかどうかを事前調査・判定する。

単一周波数とみなせる場合、周波数に応じた人体等価インピーダンス回路を介して電流を測定する。複数周波数波源の場合は電波防護指針(諮問第 38 号)の参考資料 3 又は 5. 3. 7 項に準拠して対象周波数ごとに測定する。

(2) 予想される接触状況を模擬して測定する。

人が立つと想定される位置に接地電極を置く。対象となるワイヤレス電力伝送システムの周辺に想定される非接地の金属体を模擬した金属板を設置する。人が接触すると想定される金属板の部分に接触端子を触れる。指示値が安定したときの値を求める。接地電極と人体等価インピーダンス回路、リード線、接触端子、対象となる金属及び大地により形成されるループ面積が、実際に人が接触する状況と同程度になるように留意する。

(3) 測定上の注意事項

防護対策を講じるなど、測定者の安全を確保することが重要である。特に、接触電流等の測定に際しても、高周波熱傷又は電撃を受けないよう十分に注意を払う必要がある。また、下記にも留意すること。

- 測定系の選定を誤らないこと。
- 測定空間の内又は近傍に反射物等がある場合は、測定位置のわずかな変化に対して、電磁界強度が複雑に変化し局所的に大きくなることがあるので、測定位置の選定に注意すること。
- 測定実施時には、測定者及び測定系に起因する電磁界のじょう乱を極力避けるよう配慮すること。特に、時間的に変化している電磁界を測定している間は、測定者、アンテナ及び周囲の物体は移動させないこと。また、走査測定に伴って生じる電磁界の変動が、空間的な変動か、時間的な変動かを区別するため、走査を遅くするなど十分な注意を払いながら測定を実施すること。
- 測定機器は、環境条件（温度、湿度、振動、電磁界など）の影響を受ける場合がある。
- 測定系は校正されたものを用いること。構成機器の経過年数、使用頻度などに応じて定期的に校正を実施することが望ましい。

## 付属書 F SAR、電流密度評価方法

電波防護指針の基礎指針（局所吸収指針）や ICNIRP ガイドラインにおける基本制限に従ったばく露評価方法として、体内誘導電流密度（2010年版 ICNIRP 低周波ガイドライン及び IEEE95.1 は誘導電界）の評価と SAR の評価がある。どちらも人体内部に発生する電界を元に評価するため、ファントム（擬似人体）による実測、または数値モデルを用いた電磁界計算により評価することとなる。

体内誘導電流密度を求める方法は IEC62311 の Annex C に解説されている。また、SAR の評価については、IEC62479 に評価手順、IEC62209-1/-2 に測定による手順が規定されている。本付録ではこれら計算手法と IEC62233 で用いられている結合係数の算出手順、SAR のばく露評価手順について述べる。

### F.1 体内誘導電流密度の評価方法

#### F.1.1 体内誘導電流密度の計算方法

体内誘導電流密度は数値計算による評価方法が一般的である。

表 F.1.1-1 に IEC62311 Annex C に例示された人体モデル/波源モデルを、表 F.1.1-2 にばく露量計算に用いられる計算手法をまとめた。

表 F.1.1-1 数値計算のための人体モデルと計算手法

分類	モデル/作成プロジェクト名	備考
解剖学的モデル (詳細モデル)	The Visible Human Project	米国国立医学図書館
	MEET Man	ドイツ カールスルーエ大学
	Hugo	スイス Viewtec 社
	Norman	英国放射線防護局
	University Of Utah	ユタ大学
	University of Victoria	カナダ ビクトリア大学
	Brooks Air force Base	米国 ブルークス空軍基地
	Average Japanese male and female human models	日本 情報通信研究機構
	Korean human model	韓国 電子通信研究院
簡易モデル	Spheroids (球状体モデル)	モデルサイズ 体幹部：600×300mm 頭部：300×200mm
	Cuboids (直方体モデル)	モデルサイズ 0.4×0.4×1.8m (x×y×z)
	Homogeneous human body model (均一人体モデル)	
波源モデル	Straight Wire	単純なばく露量評価問題に適用
	Circular/Rectangular coil	
	Equivalent source model 装置周囲の磁束密度を測定	詳細なばく露量評価計算や非一様な場のばく露量計算に適用

	し、装置表面に並べた複数の等価な磁気ダイポールの組み合わせに変換したモデル	
--	---------------------------------------	--

表 F. 1. 1-2 計算手法

計算手法	和名	備考
BEM(Boundary Element Method)	境界要素法	
FDFD(Finite Difference Frequency Domain)	有限差分周波数領域法	
FDTD(Finite Difference Time Domain)	有限差分時間領域法	
FEM(Finite Element Method)	有限要素法	
FIT(Finite Integration Technique)	有限積分法	
MoM(Method of Moments)	モーメント法	
SPFD(Scalar Potential Finite difference)	スカラーポテンシャル有限差分法	
IP(Impedance Method)	インピーダンス法	

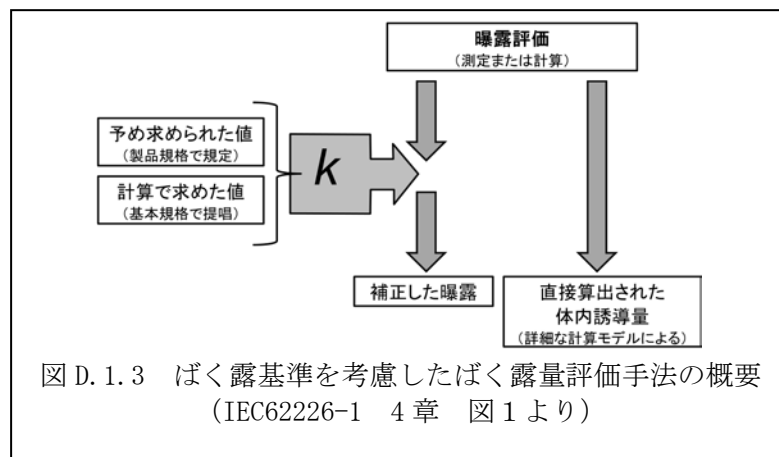
これらのモデルと計算手法を組み合わせ、人体への誘導電流密度を計算する。

### F. 1. 2 体内誘導電流計算の例

F. 2. 6 節にワイヤレス電力伝送システムを対象とした計算例を示す。

### F. 1. 3 結合係数の算出

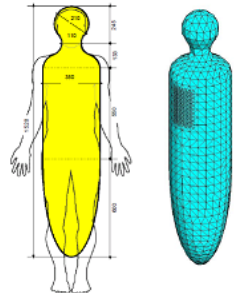
ばく露基準における参考レベルは一様な電磁界へのばく露を想定して算出されている。波源の極近傍では電磁界は一様ではなく、ある一点における最大電磁界強度で判定を行うと過大な評価になってしまう。電磁界の非一様性を考慮するため、結合係数  $k$  が用いられる。図 F. 1. 3 に IEC62226-1 による結合係数  $k$  を用いて EMF 評価を行う手法の概要を示す。



測定や計算により得られたばく露量評価結果から直接体内誘導量を算出し、ばく露基準への適合性を確認する方法に対して、製品/製品群規格に結合係数  $k$  が予め算出されているか、IEC62311 などの基本規格で規定された算出方法に従い結合係数  $k$  を求めることが可能な場合、この結合係数  $k$  により測定された最大電磁界強度測定値を補正した値をもって、体内誘導量に関する指針値（基本制限または基礎指針値）への適合性を確認してもよい。

表 F.1.3-1 に示すとおり、IEC62226 における結合係数  $k$  の定義は一樣電磁界にばく露した場合に生じる誘導電流や磁界に対する非一樣電磁界にばく露した場合の誘導電流や磁界の比を示している。

表 F.1.3-1 国際規格における結合係数  $k$  の定義

規格	IEC62226	IEC62311/62233
結合係数 $k$ の定義	<p>(定義1)            人体モデル内最大磁界が一樣な場合の最大誘導電流に対する非一樣磁界による最大誘導電流の比</p> $k = \frac{J_{\max\_non-uniform}}{J_{\max\_uniform}}$ <p><math>J_{\max\_non-uniform}</math> :            非一樣電磁界により生じる最大の誘導電流</p> <p><math>J_{\max\_uniform}</math> :            一樣電磁界により生じる最大の誘導電流</p>	<p>人体モデル：            均一人体モデル</p>  <p>算出に用いる電界センサの大きさ :100 cm<sup>2</sup>            (定義)</p> $a_c = \frac{\left[ \frac{J_{\max}}{B_{\max\_Sensor}} \right]}{\left[ \frac{J_{BR}}{B_{RL}} \right]}$ <p><math>J_{\max}</math> :            人体モデルに生じる最大の誘導電流</p> <p><math>B_{\max\_Sensor}</math> :            センサに生じる磁界の最大値</p> <p><math>J_{BR}</math> :            誘導電流に対する基本制限</p> <p><math>B_{RL}</math> :            磁界の参考レベル</p>
	<p>(定義2)            人体モデル内に同一の大きさの誘導電流密度の最大値を生じさせる一樣／非一樣外部磁界の比</p> $k = \frac{B_{\max\_non-uniform}}{B_{\max\_uniform}}$ <p><math>B_{\max\_non-uniform}</math> :            非一樣電磁界により生じる最大の磁界</p> <p><math>B_{\max\_uniform}</math> :            一樣電磁界により生じる最大の磁界</p>	

これに対して、IEC62311 や IEC62233 では、特定の人体モデルとセンサの組み合わせを規定して結合係数  $a_c$  を求めている。この結合係数  $a_c$  を測定した磁界や磁束密度に乗じることにより非一樣性の影響を考慮することを許容している。

実際に IEC62311/62233 を用いて、結合係数を算出する手順は下記のとおりである。

#### 結合係数算出の手順

- (手順1) ばく露距離を規定する。ばく露距離は発生源と磁界測定アンテナ (3 軸ループアンテナ先端までの距離とする。  
 発生源の正確な位置が特定できない場合は装置の表面からループアンテナまでの距離とする。

- (手順2) ループアンテナの半径を特定する。  
 (手順3) 磁界に対する最大の誘導電流の比を表す係数  $k$ 、 $k'$  を求める。係数  $k$  は人体の導電率  $\sigma$  を 0.1 とし、周波数 50Hz で正規化したものである。IEC62311 及び IEC62233 ではループアンテナの半径と波源との距離から既に係数  $k$  を求められており、係数  $k$  は、表 F.1.3-2 の値から補間して求めることができる。

表 F.1.3-2 周波数 50Hz で正規化された結合係数  $k$

		アンテナ半径 [cm]					
		1	2	3	5	7	10
ばく露 距離 [cm]	1	21.354	15.326	8.929	5.060	3.760	3.523
	5	4.172	3.937	3.696	3.180	2.858	2.546
	10	2.791	2.735	2.696	2.660	2.534	2.411
	20	2.456	2.374	2.369	2.404	2.398	2.488
	<b>30</b>	<b>2.801</b>	<b>2.735</b>	<b>2.714</b>	<b>2.778</b>	<b>2.687</b>	<b>2.744</b>
	40	3.070	2.969	2.933	3.042	2.865	2.916
	<b>50</b>	<b>3.271</b>	<b>3.137</b>	<b>3.086</b>	<b>3.251</b>	<b>2.989</b>	<b>3.040</b>
	60	3.437	3.271	3.206	3.429	3.079	3.134
	70	3.588	3.388	3.311	3.595	3.156	3.216
100	3.940	3.659	3.601	4.022	3.570	3.604	

注：表 F.1.3-2 は IEC62311 Annex C 及び IEC62233 Annex C から抜粋したものである。算出には電界センサは 100 cm<sup>2</sup> の 1 軸ループアンテナを仮定している。

この係数  $k$  から周波数  $f$  [Hz] と導電率  $\sigma$  [S/m] を補正した係数  $k'$  を式 F.1.3-1 を用いて算出する。

$$k' = \frac{f}{50} \cdot \frac{\sigma}{0.1} \cdot k \quad (\text{式 F.1.3-1})$$

- (手順4) 対象とする周波数における誘導電流の基本制限  $J_{BR}$  [mA/m<sup>2</sup>] と磁界強度の参照レベル  $B_{RL}$  [ $\mu$ T] を用いて、結合係数  $a_c$  を求める。

$$a_c = k' \cdot \frac{B_{RL}}{J_{BR}} \quad (\text{式 F.1.3-2})$$

代表的な結合係数の例

表 F.1.3-3 に IEC62233 Annex C に示される代表的な結合係数  $a_c$  の例を示す。なお、ワイヤレス電力伝送システムに対する解析例については、F.2.6.4 節で示す。

表 F.1.3-3 代表的な結合係数  $a_c$  の例

装置の大きさ	測定距離 [cm]	結合係数 : $a_c$	適用
Small	0	1.00	操作パネル等の部位の評価に適用
Large	0	0.15	
Small	10	0.14	装置の人体が近接する面の評価に適用
Large	10	0.16	
Small	30	0.14	
Large	30	0.18	

注：Small とは、発生源が装置の表面すぐの位置に存在するような場合

Large とは、発生源が装置表面から 10~40 cm 程度の距離があるような場合

## F.2 SAR の評価方法

100 kHz-10GHz の熱影響に対して、SAR の基本制限が設けられている。表 F.2 に SAR 評価に関する国際規格を示す。

表 F.2 SAR 評価に関する IEC 規格

規格番号	題名 (和文略称)	主な内容
IEC62311	汎用製品規格	電磁界への人体ばく露量評価手順 ばく露量評価で用いる評価方法 測定不確かさの取り扱い 数値計算モデル 体内誘導電界からの算出方法
IEC62479	小電力電気・電子機器の汎用製品規格	除外可能な電力レベルの算出方法 小電力機器の判定手順
IEC62209-1	側頭部で使用される携帯無線端末に対する局所 SAR 測定方法	測定装置の規定 (1) 人体ファントムと液剤 (2) 電界プローブと走査機構
IEC62209-2	側頭部以外で使用される携帯無線端末に対する局所 SAR 測定方法	測定手順 (1) 校正方法 (2) スキャン手順 (3) SAR 評価法

### F.2.1 除外可能な電力の算出

ばく露基準の基本制限より、基本制限を越えるばく露を生じるために最低限機器が必要な電力  $P_{\max}$  を算出することができる。

SAR において、局所 SAR の基本制限を  $SAR_{\max}$ 、平均質量を  $m$  とすると、 $P_{\max}$  は

$$P_{\max} = SAR_{\max} \times m \quad (\text{式 F.2.1})$$

となる。

この  $P_{\max}$  を「除外可能な電力レベル」または「微弱電力除外レベル」と呼ぶ。表 F.2.1-1 に代表的なばく露基準とその SAR に関する基準値を列挙した。この基準値を元に算出される局所 SAR に関する除外可能な電力レベルを表 F.2.1-2 に示す。

表 F.2.1-1 SAR に関するばく露規準 単位は[W/kg]

ばく露規準	ばく露環境	周波数	全身平均 SAR	局所 SAR* <sup>1</sup> (頭部/体幹)	局所 SAR* <sup>1</sup> (四肢)
電波防護指針 (局所吸収指針)	管理環境	100 kHz	0.4	10	20
	一般環境	-6 GHz	0.08	2	4
ICNIRP がイドライン (1998 年版)	職業的ばく露	100 kHz	0.4	10	20
	公衆のばく露	-10 GHz	0.08	2	4
IEEE95.1 (1999 年版)	管理環境	100 kHz	0.4	4	20
	非管理環境	-6 GHz	0.08	1.6	4
IEEE95.1 (2005 年版)	管理環境	100 kHz	0.4	10	20
	Action Level	-3 GHz	0.08	2	4

\*1) IEEE95.1 (1998 年版) の非管理環境における頭部/体幹の値のみ 1g 平均で、他の値は 10g 平均における値である。



表 F. 2. 1-2 局所 SAR に関する除外可能な電力レベル

SAR のばく露規準 (基本制限)		除外可能な電力 レベル[mW]	備考
基準値 [W/kg]	平均する組織の 質量 [g]		
1.6	1	1.6	IEEE95.1 (1999 年版) 頭部/体幹
2	10	20	ICNIRP/電波防護指針 /IEEE (2005 年版) 頭部/体幹
4		40	
10		100	職業ばく露における 頭部/体幹
20		200	職業ばく露における 四肢

### F. 2. 2 除外可能な電力を用いた評価方法

機器から意図的／非意図的に放射する電磁界の電力は機器の消費電力を超えることはない。機器の消費電力が、除外可能な電力レベル  $P_{max}$  を超えないのであれば、機器から発せられる電磁波の電力はばく露基準を超えないことは明白であり、詳細な測定や計算を行わずに、ばく露基準への適合性を確認することができる。機器や回路の消費電力を基準に下記のように機器を分類する。

- (1) 機器の消費電力が  $P_{max}$  を超えない機器
- (2) 機器の高周波電力を生成している回路の消費電力 (入力電力) が  $P_{max}$  を超えない機器
- (3) 意図的放射機器の空中線 (アンテナ) やワイヤレス電力伝送システムの電力伝送部に印加される電力が  $P_{max}$  を越えない機器
- (4) 実測により、機器から放射する総電力が  $P_{max}$  を超えない機器

これら(1)から(4)の機器を小電力機器と呼び、これらの機器は SAR の測定を行うことなく、ばく露基準を満足しているとみなすことができる。

一般に無線回路を搭載していない電気電子機器は EMI (Electromagnetic Interference: 電磁雑音) が規制されているため、外部に漏洩する電磁界が非常に微弱に抑えられている。EMI の測定結果から放射電力を逆算することも可能であるが、「遠方界の測定結果である」、「人体との結合を考慮していない」「評価されている周波数範囲が 30MHz から 1GHz (または 6GHz) であり、100Hz から 30MHz の放射電磁界を評価していない」といった理由から、EMI の結果からばく露評価を評価することは認められていない。

このため、無線回路を搭載していない機器に対して、「生来ばく露基準を超える能力を有しない」という意味を表す「inherently Compliant」として、詳細なばく露評価を課さない評価方法も用意されている。

### F. 2. 3 測定による SAR の評価方法

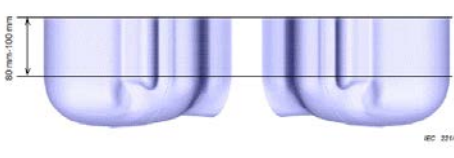
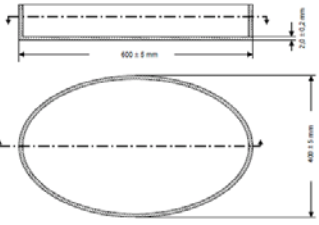
測定による SAR 評価は波源の周波数と人体との距離によって、評価方法が異なる。主な評価方法を表 F. 2. 3-1 にまとめた。

表 F. 2. 3-1 測定による SAR 評価方法

周波数帯域	人体との距離		備考
	20 cm 以下	20 cm を超える	
10 kHz-100 kHz	電磁界強度を測定し、基礎指針により判定	電磁界強度の測定 電磁界強度指針により判定	電波防護指針のみ
100 kHz-30 MHz	基本制限を評価する評価法は標準化されていない。 電磁界強度を測定して、参考レベルとの比較により判定		
30 MHz-6 GHz	IEC62209-1/-2 基本制限により判定	電磁界強度の測定 参考レベルにより判定	
6 GHz-10 GHz	基本制限を評価する評価法は標準化されていない。 電磁界強度を測定して、参考レベルとの比較により判定		

測定により SAR を評価する代表的な方法は IEC62209-1 と IEC62209-2 で規定される人体ファントムを使用した方法である。IEC62209-1 は携帯電話等の側頭部で使用する機器を対象としており、IEC62209-2 は体幹部や四肢などの側頭部以外の部位に近接して使用される機器を対象とした測定方法である。

表 F. 2. 3-2 SAR 測定用ファントム

	IEC62209-1	IEC62209-2
ファントム形状		
対象	携帯電話	側頭部以外で使用する携帯型無線機

電界プローブにより、ファントム内に生じた電界を測定する。電界を  $E$  [V/m]、細胞の電気伝導率を  $\sigma$  [S/m]、比重を  $\rho$  [Kg/m<sup>3</sup>] とすると、SAR の実効値は

$$SAR = \sigma E^2 / \rho \quad (\text{式 F. 2. 3})$$

となる。

ファントム内をスキャンして、式 F. 2. 3 の SAR が最大となるポイントの周囲の組織 10g (または 1g) に相当する体積の SAR を平均することにより、SAR を求めている。

#### F. 2. 4 計算による SAR 評価方法

現在、人体の数値モデルを用いた SAR 計算に関する研究が数多く行われており、評価方法の標準化も進められている。

表 F. 2. 4 数値計算による SAR 評価方法

IEC の PT 番号	内容		備考
	対象	計算アルゴリズム	
62704-1	プログラムに対する 要求事項	FDTD (有限差分時間領域 法)	
62704-2	車載用アンテナ	FDTD	
62704-3	携帯電話	FDTD	
62704-4	車載機器	FEM (有限要素法)	

ワイヤレス電力伝送システムには人体ファントムに接触させた状態で SAR 測定を行うことが困難な機器も多いと考えられるので、計算による評価方法が早期に確立することが望まれる。

## F. 2. 5 ワイヤレス電力伝送システムシステムの誘導電流密度、SAR の評価例

### F. 2. 5. 1 電気自動車用 WPT

自動車の電磁誘導型ワイヤレス電力伝送システムで用いられる非接触給電コイル単体の解析モデルの一例とし、コイル単体の構成をソレノイドコイル、受信（車両）側、送信（地面）側ともに同一とする。また、コイルのコアサイズ（比透磁率  $\mu_r$  は 1800）は横 400mm×縦 400mm×厚さ 10mm、巻き数は 10 回とした。伝送周波数は 85 kHz、伝送電力は 7 kW とする。

車両モデルの外観を図 F. 2. 5. 1-1 に示す。車両は全長 4500mm×幅 1700mm とし、床面及び車体部が完全導体であるのに対して、車体後部のバンパー部は比誘電率及び損失性の小さい誘電体であるため導電率を設定していない。また、考慮する伝送システムの搭載位置は図 F. 2. 6. 1 のように、車両前方、中央、後方の 3 通りとした。中央配置は車体の中央に配置し、後方配置、前方配置とはそれぞれ 1500mm の間隔とした。また、自動車を駐車する場合、必ず送受コイルが正対するとは考えにくく、また、コイルが正対していない場合には、正対している場合よりも漏洩磁界が大きくなることが報告されている<sup>(1)</sup>。そのため、コイル間に、許容ずれ範囲内で漏洩磁界が最も大きくなるような位置ずれが生じている場合を考える。送信側 1 次コイルが受信（車両）側 2 次コイルに対し、横方向へ 20 cm、前後方向へ 10 cm ずれている。

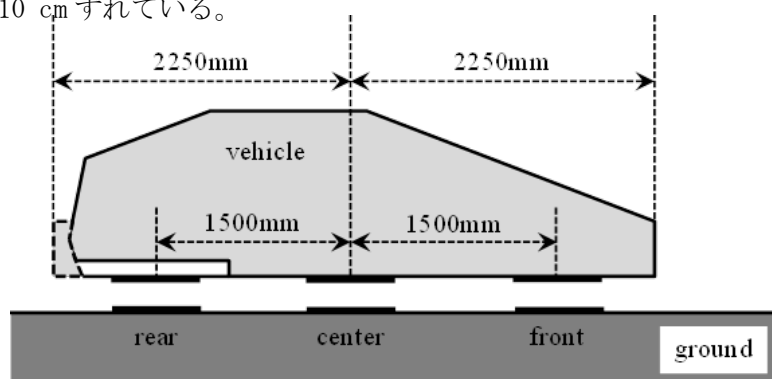


図 F. 2. 5. 1-1 車両モデルの概観と伝送システム搭載位置  
体内誘導量を評価するのに先立ち、外部磁界分布の解析値と測定値の比較を行った。但

し、測定値は、文献(1)により報告されたものであり、図 F. 2. 5. 1-1 のような車両の形状を考慮したものではなく、解析では車両後方を考えた。比較の結果を図 F. 2. 5. 1-2 に示す。図より、測定値と解析値の傾向はよく一致していることが確認できる<sup>(2)</sup>。

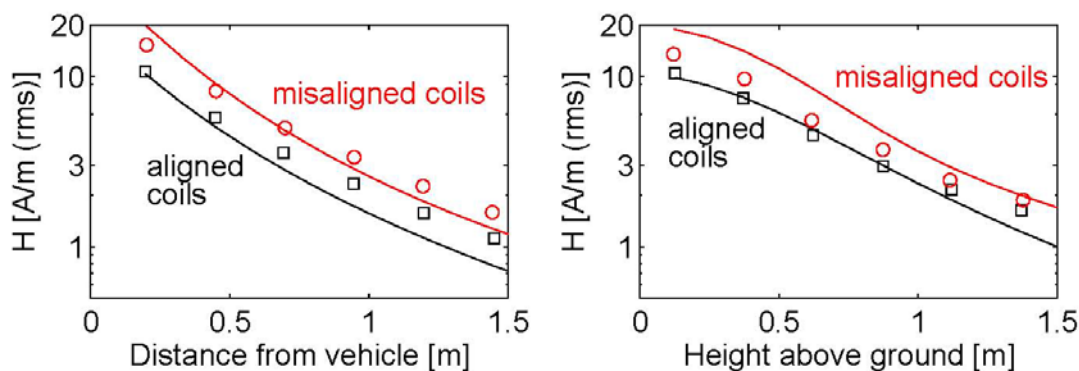


図 F. 2. 5. 1-2 磁界強度の測定値と解析値の比較

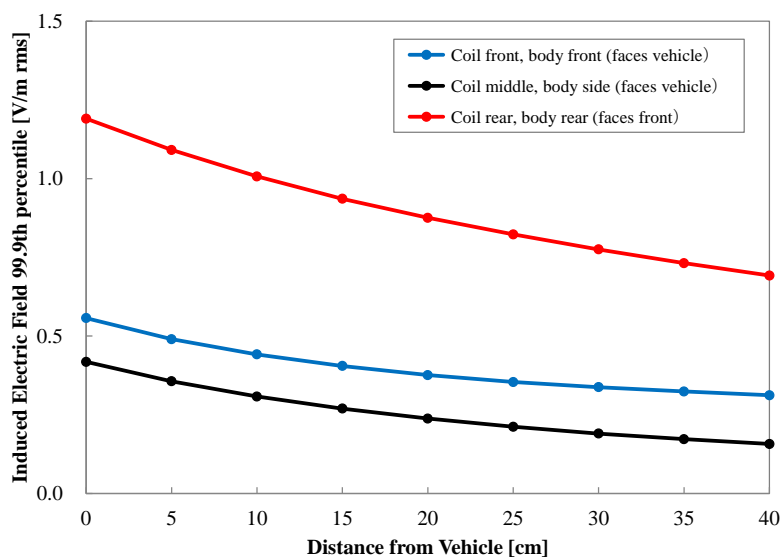


図 F. 2. 5. 1-3 車両近傍における誘導電界最大値  
(配置の定義は図 F. 2. 5. 1-1 参照)

図 F. 2. 5. 1-3 に、伝送システムを車両前方、中央、後方に搭載した場合に体内誘導電界が最も大きくなる基準位置を定め、その点からの距離特性を示す。なお、人体部位の先端（つま先）から車両までの間隔を距離と定義した。図 F. 2. 5. 1-3 における横軸は車両からの距離であり、縦軸は人体に誘導される電界の最大値である。同図より、人体への誘導電界は、伝送システムが車両中央にある場合が最も小さくなることが確認できる。これは、車両中央における人体とコイルとの距離が、前方や後方と比べて長く、人体にばく露する磁界強度がより小さくなるためであると考えられる。また、いずれの条件についても、ICNIRP 国際ガイドラインの基本制限 11.5V/m を下回っている。得られた誘導電界に筋肉組織の導電率に 2/3 を乗じた値（人体組織に対する均質化でよくとられる手順。以降 2/3 筋肉組織。85 kHz では 0.24 S/m を乗じることにより、体内誘導電流を求めるとコイルを車両前方、中央、後方に配置した場合、それぞれ 0.13、0.086、0.27 A/m<sup>2</sup> となり、我が国の防護指針基礎指針 29.75A/m<sup>2</sup> を

満たしていることも確認できる。

ここで、車両後方にコイルを設置した場合に体内誘導電界が大きくなっているが、これは地面までの間隔が 30 cm と他の配置の場合 20 cm に比べて大きく設定したことを一因とし、漏れ磁界が大きくなっていると考えられる。

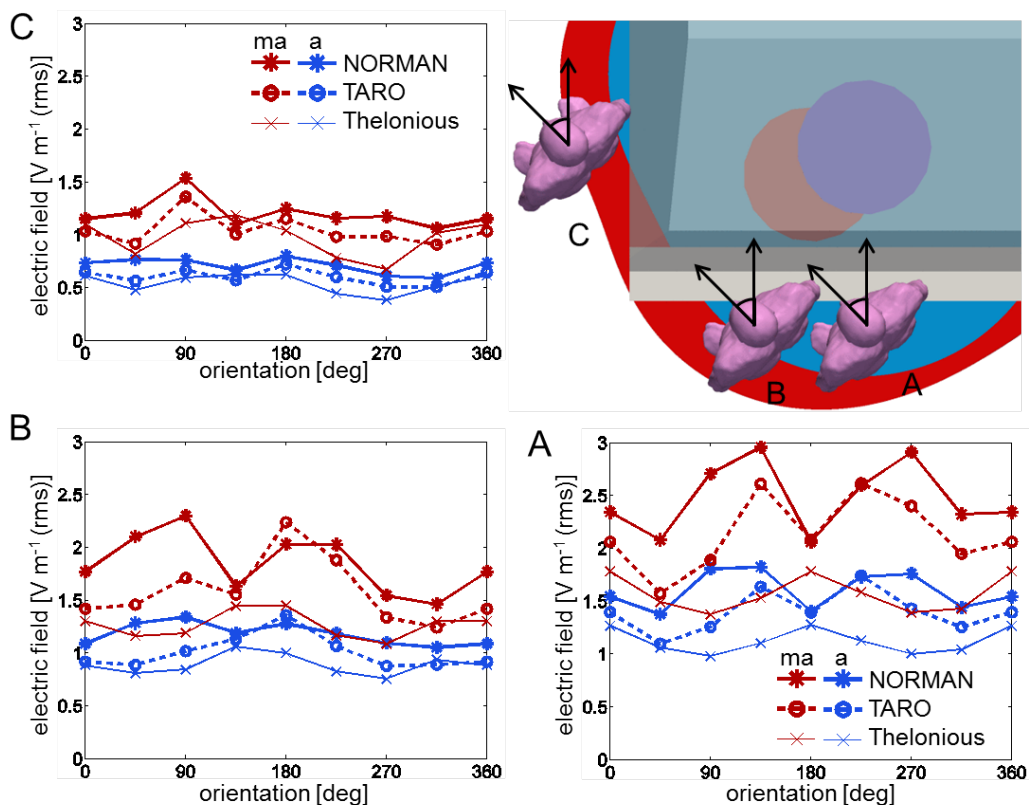


図 F.2.5.1-4 車両近傍における誘導電界最大値

図 F.2.5.1-4 に、車両後方付近の位置で、人体位置に対してモデルが最も近接する状態(つま先など一部は車両の下に入る状態)での体内誘導電界を解析した結果を示す<sup>(3)</sup>。評価には、日本人成人男性モデル TARO に加え、欧州人男性モデル NORMAN、子供モデル Thelonious を考えた。図 F.2.5.1-4 より、いずれの場合においても基本制限を下回ることで、また、成人モデルに比べて子供モデルの誘導電界は小さくなることを確認できる。なお、人体の姿勢を変化させ、より近接させた場合(車両周辺で仰向けになる、あるいは屈む)、体内誘導物理量は ICNIRP ガイドライン基本制限[4]示されており、総務省防護指針における電流密度に関する基礎指針を満たす結果が示唆されている(体内誘導電界に 2/3 筋肉組織の導電率を乗じて換算)。

電気自動車と人体の距離は 20 cm 以上離れていることから、補助指針より、人体の占める空間を平均した磁界強度を評価指標として用いることができる可能性がある。そこで、図 F.2.5.1-4 に示した場合における人体の占める空間を平均した磁界強度と体内誘導電界の関係を図 F.2.5.1-5 に示す。図 F.2.5.1-5(a) より、体内誘導電界と空間平均磁界の間にはよい相関があることがわかる。一方、モデルごとに相関を表す曲線の傾きが異なることがわかる。これは、モデルの断面積の相違により、モデルを通過する磁束が異なることによるものであると考えられる。また、現実的な適合性評価において、全身にわたり磁界強度を測定することは困難であることから、IEC で定められているように地面から高さ 0.5m、1m、1.5m

における平均値を用いた場合、概ね全身平均と同等の相関が得られる。なお、ここでは示さないが、平均化を行う点を6点(25 cmごと)などに増加させても相関性は改善されない<sup>(3)</sup>。総務省防護指針を参考に許容電力を試算すると、表F. 2. 5. 1のようになる。表F. 2. 5. 1より、3点平均磁界強度は、車両から0 cmの人体内誘導電流密度と比べても74-88倍安全側の評

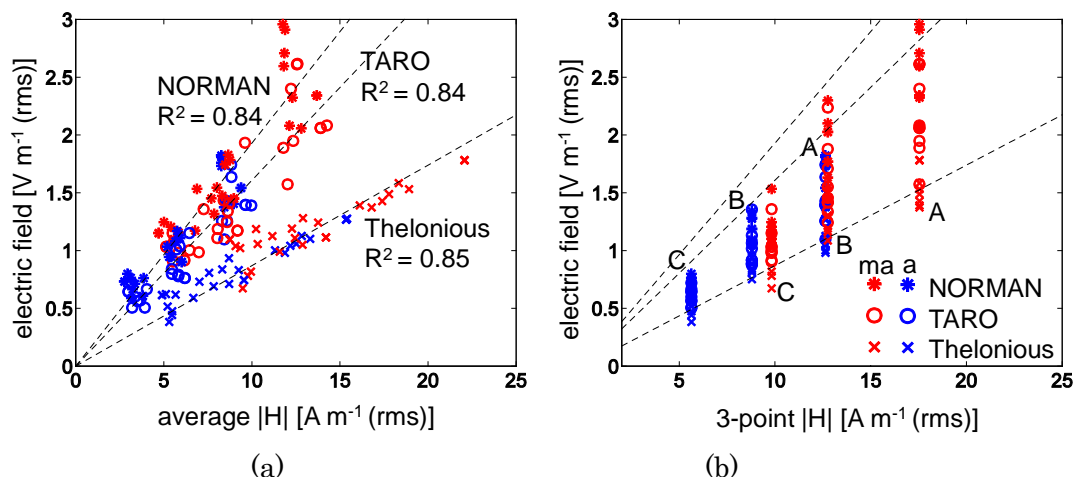


図 F. 2. 5. 1-5 人体を占める空間(a)全体あるいは(b)高さ50 cm, 100 cm, 150 cmの磁界強度平均値と体内誘導電界の関係

表 F. 2. 5. 1 電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに対する最大許容電力

車体に対する 人体位置	3点平均磁界 強度による最大許容電力	車体から10 cmの人体内誘 導電流に基づく最大許容電力	車体から0 cmの人体内誘 導電流に基づく最大許容電力	3点平均磁界強度と0 cmの人体内誘導電流密度に基づく最大許容電力の比
前方	210 kW	73 MW	18 MW	88倍
側面	530 kW	170 MW	42 MW	80倍
後方	57 kW	17 MW	4.3 MW	74倍

価を与えることがわかる。なお、この傾向は簡易人体モデルを用いた解析においても確認されている<sup>(5)</sup>。

#### F. 2. 5. 2 家電機器用WPT① (6,765 kHz-6,795 kHz)

MHz帯ワイヤレス電力伝送システムからのばく露による全身平均SARと局所SARとの関係を調べるため、10 MHz帯ソレノイド型および7 MHz帯水平巻きの2つのシステムについて、円柱に簡略化した人体モデルの配置場所や距離を変化させた検討を実施した。図F. 2. 5. 2-1に計算モデルを示す。人体を2/3筋肉の円柱モデルで模擬し、システムから5つの異なる条件に配置した。それぞれの配置に対して、システムと円柱との距離を10、60、150 mmと変化させて解析を実施した。10 MHz帯ソレノイド型において、計算結果をを電波防護指針値である全身平均SAR: 0.08 W/kgおよび局所10gSAR: 2 W/kgと比較したところ、人体との距離によっては局所10gに比べて全身平均SARの制限が厳しい条件も見られることを確認した。ただし、人体との距離が比較的近い(d=10 mm)場合においては、コイル前後では全身平均SARの制限が厳しいが、それ以外の条件では局所SARの制限の方が厳しいことがわかった。また、



7 MHz 帯水平巻きのシステムにおいて同様の検討を行ったところ、近距離( $d=10$  mm)ではいずれの場合も局所 SAR の制限の方が厳しいことが確認された。システムの条件によっては局所 SAR に比べて全身平均 SAR が無視できる場合もあるが、より体の小さい小児では成人に比べて全身平均 SAR が大きくなることもあると考えられる。これらの結果から、局所 SAR に対して全身平均 SAR の制限を無視できるとは言えないと考えられる。また、外部電界の影響、外部磁界の影響を個別に取り扱った報告では、外部電界の影響を無視した場合、局所 SAR は過小評価されるものの、(A)の場合が最大となり、高々30%程度であることが示されている<sup>(6)</sup>。

次に、対象とする人体モデルを不均質モデルに拡張する。図 F. 2. 5. 2-2 に示す(a) 10 MHz 帯ソレノイド型、(b) 7 MHz 帯ソレノイド型、(c) 7 MHz 帯水平巻きの3つのシステムを想定し、モーメント法、FDTD 法、インピーダンス法の3つの手法を用いて均質な人体モデル TARO 内の体内誘導量を解析した。モーメント法ではシステムと人体の結合および周辺電磁界を考慮した解析となるのに対し、ここで用いた FDTD 法およびインピーダンス法ではシステムと人体の結合を無視し、FDTD 法では周辺電磁界をインピーダンス法では周辺磁界のみを考慮した解析となる。ここでは、システムと人体との距離を 2 cm とし人体の電気的特性は 2/3 筋肉を用いた。

周辺電磁界を考慮した FDTD 法による結果と周辺磁界のみを考慮したインピーダンス法による結果を比較したところ、ソレノイド型のシステムにおいては電界を無視することによる差異は局所 10gSAR に対しては 30%程度であり、簡易モデルに対する検討<sup>(6)</sup>と同様である。一方、全身平均 SAR については 65%程度になる場合もあることが確認された。水平巻きのシステムについては、電界を無視することによる差異は局所および全身でそれぞれ 14.5%程度といずれも比較的小さかった。ここで用いた FDTD 法およびインピーダンス法による解析では、システムに人体が近接することによる結合を考慮していない。そこで、システムと人体の結合を考慮したモーメント法による解析と無視した FDTD 法による解析を比較した。その結果、条件によっては 53%程度の差異が生じる。通常人体が存在することで周辺の電界強度は低下すると予想されるため、ここで行った検討は電界の影響を実際よりも大きく評価、安全側にたった評価であると考えられる。但し、結果はシステムの構造に依存しており、今後システムについての限定的な条件(例えば水平巻きの小型なシステム等)が与えられた場合には電界による全身平均 SAR への影響を除外できる可能性もあるが、現時点ではシステムからの電界影響が磁界に比べて無視できるとは言えない。

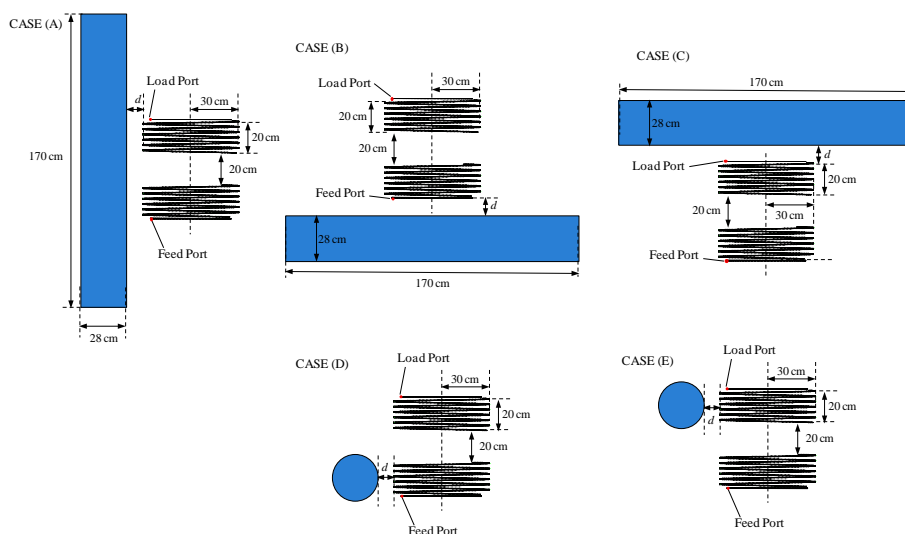


図 F. 2. 5. 2-1 円柱モデルとシステムの配置

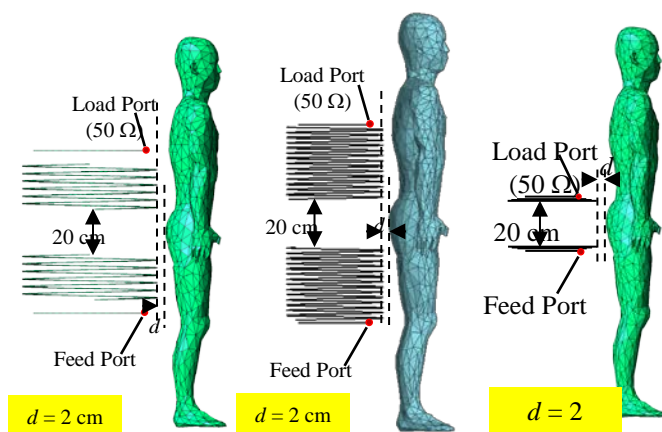


図 F.2.5.2-2 リアル人体モデルとシステムの配置(a)10 MHz 帯ソレノイド型, (b)7 MHz 帯ソレノイド型, (c)7 MHz 帯水平巻き

詳細な人体モデルを用いた場合の体内誘導電磁界を解析し、特に局所 SAR のばらつきについて検討する<sup>(7)</sup>。コイルに対して人体モデルを水平方向に動かす場合、人体モデルに対してコイルを垂直方向に動かす場合のばく露条件をそれぞれ図 F.2.5.2-3(a), (b)に示す。2つのコイルは水平方向に同一の高さで配置され、さらに人体モデルはコイル前方に配置することとした。ここで、人体モデルはコイルの伝送方向とモデルの身長方向が直交するように配置することとした。モデルを水平方向に動かす場合には図 F.2.5.2-3 (a)に示す A から I の 9 箇所日本人成人男性モデルを配置し、コイルを垂直方向に動かす場合には図 F.2.5.2-3 (b)に示す A から H の 8 箇所コイルを配置し解析を行う。なお、コイルと人体モデルまでの距離を 50mm とし、コイルからの送信電力は 1W とした。

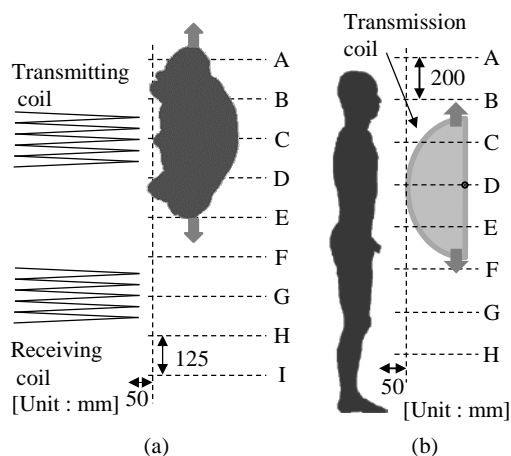


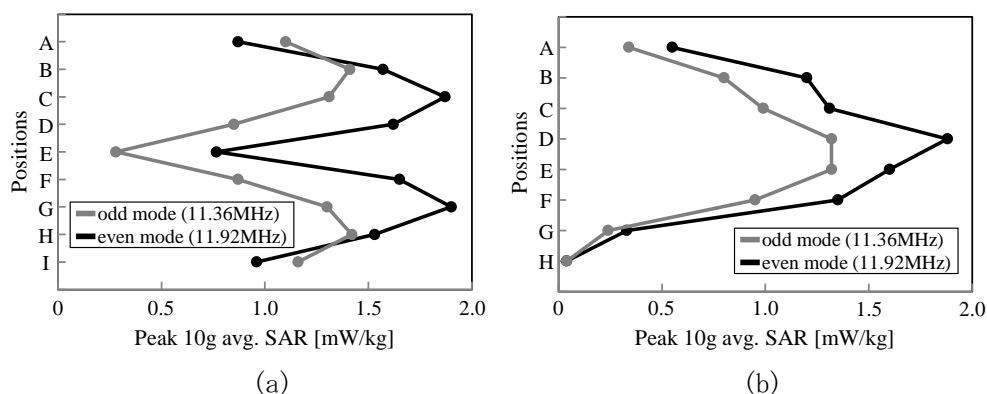
図 F.2.5.2-3(a)数値人体モデルを水平に移動させる場合(b)コイルを垂直方向に移動させる場合の相対位置関係

図 F.2.5.2-4(a)に日本人成人男性モデルを水平方向に移動させた場合の、図 F.2.5.2-4(b)にコイルを垂直方向に移動させた場合の 10g 平均 SAR のピーク値の計算結果を示す。図 F.2.5.2-4(a)より、送受信コイル正面 C 及び G 付近の局所ピーク SAR は、他の位置に比べ大きいことがわかる。これは、コイルを構成する導線付近において磁界が大きいため、それに伴い SAR が大きくなったと考える。また、図 F.2.5.2-4(b)より、胸部正面 D 付近の局所 SAR が最も大きいことが確認できる。なお、奇モードの局所 SAR は胸部正面 D から E にかけてほ

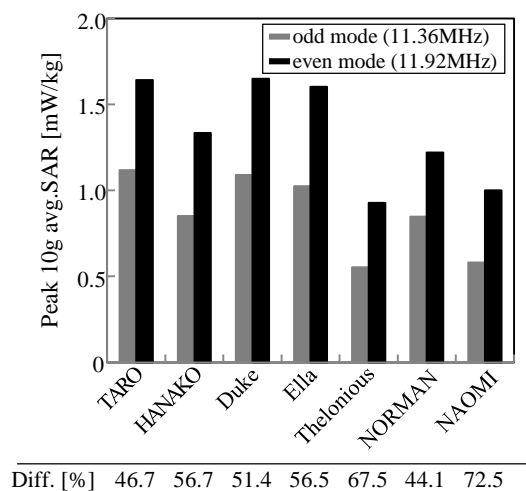


ほぼ同じ値であることを確認している。これは、各位置において、磁束がモデルを通過する断面積の大きさが異なるため、磁束に対して実効的な断面積が大きいD付近でSARが最大になったと考える。なお、SARの傾向がモードにより異なるのは、磁界分布の相違のために局所SARの最大値が出現する場所が異なり、人体の不均質性のためにその位置での導電率が異なることが挙げられる。

最後に、最悪のばく露条件である人体胸部とコイルの距離を50mmとした場合に複数のモデルにおいて局所SARを解析した結果を図F. 2. 5. 2-5に示す。モデルとしては、日本人成人男性モデルTARO、女性モデルHANAKO、スイスで開発されたモデル群における成人男性、女性モデルのDuke、Ella、子供モデルのThelonius、英国で開発された標準的成人男性モデルNORMAN、女性モデルNAOMIを用いた。



図F. 2. 5. 2-4 数値人体モデルを(a)水平方向、(b)垂直方向に移動させた場合の10g平均SARのピーク値



図F. 2. 5. 2-5 各モデルにおける10g平均SARのピーク値

図F. 2. 5. 2-5より、すべての人体モデルに対して、奇モードに比べ偶モードの局所ピークSARが大きくなっていることわかる。奇モードを基準とし、

$$\text{Diff.} = \frac{\text{SAR}_{\text{even}} - \text{SAR}_{\text{odd}}}{\text{SAR}_{\text{odd}}} \quad (\text{式 F. 2. 5. 1})$$

を用いてモードによる差異を計算すると、モード間の差異は最大で72.5%となった。これは、奇モードでは送受信コイルに同じ向きの電流、偶モードでは逆向きの電流が流れることによ

り、奇モードに比べ偶モードでは磁気結合コイル外側での電気力線が多いため結合が強く<sup>(7)</sup>、結果として磁界強度が強いため SAR が大きくなったと考える。また、成人モデルではほぼ同じ SAR が得られたことが確認できる一方、子供モデルにおける SAR は成人に比べて小さかった。また、成人モデルの局所ピーク SAR は、奇モードにおいては最大で 102%、偶モードにおいては最大で 72%大きく、モードによる相違が確認されなかった。これは、先にも述べた通り、各人体モデルの断面積の大きさの差異に起因するものと考えられる。

### F.2.5.3 結合係数

無線電力伝送システムへの適合性評価に参考になるものとして、IEC62311、IEC62233 が挙げられる。F.1.3 節で示した結合係数を求めれば、測定／計算より得られたばく露量に掛け合わせることで、修正ばく露量を求めることができる、つまり参考レベルとの比較のみで適合性評価が可能となる。結合係数の導出において、IEC62233 で定義される人体の形状を簡易化した均質モデル及び日本人の成人男性を対象とした詳細な数値人体モデル TARO を用いた。表 F.1.3-1 に示した簡易人体モデルにおける導電率は、2/3 筋肉組織のものとした。ワイヤレス電力伝送システムに対する結合係数の最初の適用例は文献(8)であり、二つのコイルからなるシステムを一つの 1 ループコイルに置き換えても分布が大きく変わらないことを示している。

表 F.1.3-1 で示した  $a_c$  を総務省防護指針に適用、準用するものとする。電流密度、SAR に対するカップリングファクターを以下のように定義した。

$$a_{c1} = \frac{J_{\max\_sim} / H_{\max\_sim}}{J_{lim} / H_{lim}}$$

$$a_{c2} = \frac{\sqrt{SAR_{\max\_sim} / H_{\max\_sim}}}{\sqrt{SAR_{lim} / H_{lim}}}$$

ここで、 $J_{lim}$ 、 $H_{lim}$  は、総務省電波防護指針で定義された体内誘導電流密度に対する基礎指針値、比吸収率に対する基礎指針値、電磁界強度指針値であり、 $J_{lim}$ 、 $H_{lim}$  は周波数に依存する。また、数値解析による検討であるものの、測定の実施を念頭に、測定センサの面積 (100 cm<sup>2</sup>) も考慮した。なお、いくつかの無線電力伝送システムでは、人体とシステムの距離が 0 となる場合があること、さらに、磁界プローブは、無線電力伝送システムとの距離が 0 とした場合にも測定可能であることが示されていることから、電気自動車向け磁界共鳴型 WPT を除き、距離 0 を基準とした。以下に、各システムの結合係数の導出事例を示す。本節における引用文献は、コイルなど概略的なものを示すものであり、それらの文献は必ずしも結合係数を導出したものではないことを付記する。

#### 電気自動車向け磁界共鳴型 WPT

名古屋工業大学による検討<sup>(3)</sup>では、電気自動車本体と詳細人体モデルの距離を 200mm とした場合誘導量に基づく結果である。なお、電気自動車に装荷されているコイルはフェライトコア芯 (透磁率 1800) を有するソレノイド型 (14 巻) とし、コイルを車両前方、中央、後方の 3 つの位置に装荷した場合を考えた (伝送距離はそれぞれ、120mm、120mm、150mm)。コイルから車両端までの距離は約 450mm である。共振周波数として、85 kHz を考え、145 kHz については周波数スケールを用いて考察している。周波数 85 kHz における詳細人体モデルを用いた解析より、誘導電流密度に関する結合係数  $a_{c1}$  は、車両前方、中央、後方にコイルを配置した場合、それぞれ、0.0078、0.0084、0.0050 であった。1g 平均 SAR に対する結合係数  $a_{c2}$  は車両前方、中央、後方で、0.0021、0.0030、0.0025 であった。つまり、誘導電流密度を用いた評価が安全側であることを示唆するものである。また、145 kHz では、10g 平均 SAR に対する結合係数  $a_{c2}$  は 0.0020、0.0022、0.0025 であった。一方、簡易人体モデ

ル（距離 200mm）を用いた場合の結合係数  $a_{cl}$  は、0.018、0.025、0.011 であった。

情報通信研究機構による解析<sup>(9)</sup>では、電気自動車の車体を考慮せず、詳細人体モデルと水平巻円形コイル（伝送距離 200mm）からの距離を 200mm とした場合の解析結果に基づく。対象周波数は、110 kHz、125 kHz（奇モード、偶モードに相当）である。それ以外の研究機関との比較のため、100 kHz スケーリングした値を示すこととする。110 kHz（奇モード）、125 kHz（偶モード）における解析結果を 100 kHz にスケーリングし、誘導電流密度を評価指標とした場合の均質リアル形状モデルに対する結合係数  $a_{cl}$  は、それぞれ 0.018、0.011 であった。一方、不均質なモデルを用いた場合には、0.011、0.006 となった。

首都大学東京のグループ<sup>(10)</sup>では、簡易形状人体モデルを対象とし、完全磁性体コア芯を有するソレノイド型および水平巻円形コイル（いずれも伝送距離 140mm）に対し、最大体内電界強度を導出している。周波数は 100 kHz である。ソレノイドコイル型 WPT に対する解析結果より、簡易形状人体モデルにおける誘導電流密度に対する結合係数  $a_{cl}$  は、300mm で 0.031、700mm で 0.030 であった。一方、水平巻コイルについては、それぞれ 0.034、0.029 であった。

報告例の多い 100 kHz 以下における結果をまとめたものを、表 F. 2. 5. 3-1 に示す。表より、最大値は 0.034 であることがわかる。なお、リアルモデルに対する結合係数に、ICNIRP におけるリアルモデルに対する数値不確定性に関する低減係数が 3 を加味しても、簡易人体モデルにより導出した値よりも小さい。ここで、表 F. 1. 3-3 より、結合係数はコイルの大きさおよびコイルから人体までの距離に依存する。IEC で想定しているものは 1 ループのコイルであるが、WPT を構成する二つのコイルを伝送方向に配置した 1 ループコイルに近似的に置き換えられることが報告されている（関根）。伝送距離が 10 cm あるいはそれ以上であり、コイルから人体までの距離が離れたシステムにおいては、結合係数のばらつきは高々 30% 程度であり。以上のことから、さらに安全側の値として、結合係数 0.05 を見込んでおけば安全側であることがわかる。

表 F. 2. 5. 3-1 電気自動車向け磁界共鳴型 WPT の結合係数推定例

	モデル化	コイル	伝送距離	人体モデル	コイル—モデル距離	結合係数
名工大	車両考慮	ソレノイド	120 (前方)	リアル簡易	車両から 200 mm (= コイルから 650 mm)	0.0078 0.018
			120 (中央)	リアル簡易		0.0084 0.025
			150 (後方)	リアル簡易		0.0050 0.011
首都大	コイル+ PEC 平板	ソレノイド	200	簡易	300mm	0.031
					700mm	0.030
		平板			300mm	0.034
					700mm	0.029

N I C T	コイルの み	平板	200	均質リアル リアル 均質リアル リアル	200mm	0.018 (奇) 0.013 (奇) 0.011 (偶) 0.0063 (偶)
------------	-----------	----	-----	------------------------------	-------	---

家電機器用 WPT①本周波数帯では、局所ばく露に対する指標（局所 SAR）と全身ばく露に対する指標のどちらが支配的かは不明瞭であるが、下記値の導出に当たっては、その点を必ずしも議論していない。

情報通信研究機構における検討では、図 F. 2. 5. 2-2 に示すソレノイド型、水平平板型システムに対する結合係数を導出している。また、人体モデルは、詳細な人体モデル TARO に加え、それを均質化したモデルの結果も導出している。奇モードに対する結合係数は、詳細モデルに対して 0.12、それを均質化したモデルに対して 0.10 であった。偶モードについては、0.13、均質モデルに対しては 0.22 であった。水平巻コイルについては、ソレノイド型よりも若干小さい値であるが同等の結果が得られた。

首都大学東京における検討<sup>(10)</sup>では、400mm×400mm の正方形コイル（3 巻）を考え、距離 200mm の伝送を行っている。周波数は、奇モード、偶モード、それぞれ 13.98MHz、14.90MHz であった。また、人体モデルとしては簡易形状人体モデルを取り扱っている。首都大学東京による結果は、距離 100mm のとき奇モード、偶モードともに 0.011、距離 300mm のとき奇モード、偶モードともに 0.012 であった。

名古屋工業大学における検討<sup>(7)</sup>では、半径 300mm の 5 巻コイルを考え、伝送距離を 300mm としている。50Ω の負荷を加え、共振周波数は、奇モード、偶モード、それぞれ 11.36MHz、11.92MHz であった。また、人体モデルとしては詳細人体モデルを取り扱っている。距離 10mm のとき奇モード 0.0087、偶モード 0.010 であった。

以上の結果をまとめたものを、表 F. 2. 5. 3-2 に示す。

表 F. 2. 5. 3-2 家電機器用 WPT①の結合係数推定例

	コイル	コイル 径など	伝送 距離	人体モデル	コイル—モ デル距離	結合係数
NICT	ソレノ イド	半径 300 mm	200	均質 均質 不均質リアル 不均質リアル	20mm	0.010 (奇) 0.022 (偶) 0.012 (奇) 0.013 (偶)
	水平巻	半径 200 mm	200	均質 均質 不均質リアル 不均質リアル	20mm	0.010 (奇) 0.016 (偶) 0.0088 (奇) 0.010 (偶)
首都大	ソレノ イド	400mm 正方形 3 巻	200	簡易モデル	100mm	0.011 (奇)
						0.011 (偶)
					300mm	0.012 (奇)
						0.012 (偶)

名工大	ソレノイド	300mm 円形 5 巻	300	不均質リアル	10 mm	0.0087 (奇) 0.010 (偶)
-----	-------	--------------------	-----	--------	-------	-------------------------

#### 参考文献

- (1) 市川真士, 森晃, 川久保淳史, “磁界共鳴型近距離無線電力伝送試験装置の開発 (3) ソレノイド型コイルを用いた kW 級システムにおける磁界特性”, 信学ソ大, B-1-27 (2013).
- (2) I.Laakso, A. Hirata, and O. Fujiwara, “Computational dosimetry for wireless charging of an electrical vehicle”, Proc. International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Tokyo, (2014).
- (3) I.Laakso and A. Hirata, “Evaluation of induced electric field and compliance procedure for wireless power transfer system in an electrical vehicle”, Phys. Med. Biol., Vol. 58, pp.7583-7593, (2013).
- (4) 島本拓也, ラークソイルッカ, 平田晃正, “無線電力伝送システムによる人体モデル内誘導電界のばく露条件によるばらつき,” 電子情報通信学会技術報告書, EST2014-32.
- (5) 青木悠平, チャカロタイ ジェドヴスノブ, 和氣加奈子, 藤井勝巳, 有馬卓司, 渡辺聡一, 宇野亨, EV 用 kHz 帯ワイヤレス電力伝送システム近傍における簡易人体モデル内の誘導量評価, 電子情報通信学会技術報告書, EMCJ2014-8.
- (6) A. Hirata, F. Itoh, and I. Laakso, “Confirmation of quasi-static approximation in SAR evaluation for wireless power transfer system,” Phys. Med. Biol., vol. 58, no. 17, pp. N241-249, (2013).
- (7) 土田昌吾, ラークソイルッカ, 平田晃正, “磁気共鳴型無線電力伝送に対する高速人体数値ドシメトリ解析,” 電子情報通信学会和文論文誌(C), vol. J96-C, no. 6, pp. 122-130, 2013.
- (8) 関根大輔, 多氣昌生, “IEC62311 のカップリングファクターを用いたワイヤレス電力伝送装置の人体ばく露評価,” 電子情報通信学会技術報告書, EMCJ2013-61.
- (9) 岩本卓也, チャカロタイ ジェドヴィスノブ, 和氣加奈子, 藤井勝巳, 有馬卓司, 渡辺聡一, 宇野亨, “MHz 帯ワイヤレス電力伝送システム近傍の簡易人体モデルに対するばく露評価,” 電子情報通信学会技術報告書, EMCJ2014-8, (2014).
- (10) 関根大輔, 多氣昌生, “電気自動車用ワイヤレス電力伝送装置の人体ばく露評価,” 電子情報通信学会技術報告書, EMCJ2013-127.
- (11) 春原哲, 平田晃正, 大西輝夫, “100kHz 帯電磁誘導型無線電力伝送システムに対する適合性評価法の一検討,” 電子情報通信学会技術報告書, MW2014-49.