

情報通信審議会 情報通信技術分科会
電波利用環境委員会報告(案)

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」のうち
「6.7MHz帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム
に関する技術的条件」

令和6年3月27日

電波利用環境委員会

ワイヤレス電力伝送作業班

目 次

I	検討事項.....	1
II	委員会、作業班及びアドホックグループの構成.....	1
III	検討経過.....	1
	1 委員会での検討.....	1
	2 作業班での検討.....	2
	3 アドホックグループでの検討.....	2
IV	検討概要.....	4
第1章	WPTシステムの概要.....	4
	1.1 電界結合型 WPT システムの特徴.....	4
	1.2 電界結合型 WPT システムの利用高度化に向けた検討の背景.....	4
	1.3 国際標準化等の動向.....	5
第2章	対象とした WPT システム.....	7
	2.1 検討対象とした WPT システム.....	7
	2.2 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の技術的仕様.....	7
	2.3 想定される利用形態.....	8
	2.4 市場予測.....	10
	2.4.1 FA 分野での普及予測.....	10
	2.4.2 物流分野での普及予測.....	11
	2.4.3 建設分野での普及予測.....	11
	2.4.4 商業分野での普及予測.....	12
第3章	6.7MHz 帯電界結合型 WPT と無線システムとの周波数共用検討.....	14
	3.1 共用検討の方法.....	14
	3.1.1 はじめに.....	14
	3.1.2 共用検討対象システムの選定.....	14
	3.1.3 検討の進め方等.....	14
	3.1.4 与干渉レベル（放射妨害波）の目標値の設定.....	15
	3.1.5 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の放射妨害波の測定データ.....	15
	3.2 固定・移動無線との共用検討.....	22
	3.2.1 検討の進め方.....	23
	3.2.2 干渉検討モデル.....	23
	3.2.3 干渉計算.....	23
	3.2.4 検討結果.....	25
	3.3 アマチュア無線システムとの共用検討.....	25
	3.4 アグリゲーションによる影響評価.....	25
	3.4.1 アグリゲーション検討において想定する利用ケース.....	25

3.4.2	アグリゲーションを考慮した放射妨害波の許容値についての考え方.....	26
3.4.3	アグリゲーション検討における基本的な考え方.....	26
3.4.4	アグリゲーションの検討を行った具体的な利用シーン.....	27
3.4.5	アグリゲーションの検討結果のまとめと考察.....	30
第4章	許容値及び測定法.....	32
4.1	許容値.....	32
4.1.1	許容値設定に当たっての考え方.....	32
4.1.2	検討対象としたシステムに対する電磁妨害波の許容値.....	32
4.2	測定法.....	34
4.2.1	測定法設定に当たっての考え方.....	34
4.2.2	伝導妨害波の測定法.....	37
4.2.3	放射妨害波の測定法.....	38
第5章	電波防護指針への適合性.....	40
5.1	電波防護指針等への適合確認について.....	40
5.2	適用すべき指針値.....	41
5.3	適合性確認のための評価方法.....	43
5.4	適合性確認のための評価例とその結果.....	44
5.5	安全装置のあり方.....	46
5.6	留意事項.....	46
第6章	検討結果と今後の検討課題.....	48
6.1	検討結果.....	48
6.2	今後の検討課題.....	48
6.2.1	他の電子機器との相互干渉についての課題.....	48
6.2.2	国際規格や標準化動向の把握と制度上の見直しの必要性.....	49
6.2.3	植込み型医療機器への影響.....	49
6.2.4	ロボット用 WPT システムの更なる高度化や技術拡張.....	49
別添	諮問第3号「国際無線障害特別委員会（C I S P R）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」のうち「6.7MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」.....	50
1	対象システム.....	51
1.1	6.7 MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム.....	51
2	電磁妨害波の許容値.....	51
2.1	高周波出力及び許容値.....	51
2.1.1	電源端子における妨害波電圧の最大許容値.....	51
2.1.2	距離 10m における利用周波数による発射による磁界強度の最大許容値.....	51
2.1.3	距離 10m における不要発射による磁界強度の最大許容値.....	52

2.1.4	距離 10m における不要発射による電界強度の最大許容値.....	52
2.2	測定設備.....	53
2.2.1	測定用受信機.....	53
2.2.2	伝導妨害波測定設備.....	54
2.2.3	放射妨害波測定設備.....	54
2.2.4	測定用治具.....	55
2.3	供試装置.....	55
2.3.1	供試装置の構成と配置.....	55
2.3.2	供試装置の動作条件.....	56
2.4	測定法.....	56
2.4.1	伝導妨害波の測定法.....	56
2.4.2	放射妨害波の測定法.....	57
3	電波防護指針への適合性の確認.....	58
3.1	対象.....	59
3.2	電波防護指針への適合確認についての考え方.....	59
3.3	適用すべき指針値.....	60
3.4	適合性確認のための評価方法.....	62
3.5	安全装置のあり方.....	63
3.6	留意事項.....	63
4	その他.....	64
4.1	他の電子機器との相互干渉についての課題.....	64
4.2	国際規格や標準化動向の把握と制度上の見直しの必要性.....	64
4.3	埋め込み型医療機器等への影響への配慮.....	64
4.4	ロボット用 WPT システムの更なる高度化や技術拡張.....	64
別表 1	情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会 構成員.....	65
別表 2	ワイヤレス電力伝送作業班 構成員.....	67
別表 3	ワイヤレス電力伝送作業班 人体防護アドホックグループ構成員.....	69

I 検討事項

電波利用環境委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第3号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」（昭和63年9月26日諮問）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」のうち「6.7MHz帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」について検討を行った。

II 委員会、作業班及びアドホックグループの構成

委員会の構成については、別表1のとおりである。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下にワイヤレス電力伝送作業班（以下「作業班」という。）を設けて検討を行った。作業班の構成については、別表2のとおりである。

また、作業班の検討において、ワイヤレス電力伝送システムから放射される漏えい電波の電波防護指針への適合性について特に検討を行う必要性が生じたことから、人体防護アドホックグループ（以下「アドホックグループ」という。）を設けて検討を行った。アドホックグループの構成については、別表3のとおりである。

III 検討経過

1 委員会での検討

① 第45回（令和2年8月31日～9月7日）

近接結合型のワイヤレス電力伝送（以下「WPT」という。）システムの高度化として、100 kHz帯磁界結合型WPTシステム、500 kHz帯電界結合型WPTシステム及び6.7 MHz帯電界結合型WPTシステムに係る技術的条件の検討を行うため、新たな主任、主任代理の下、作業班を再開させることが承認された。

② 第55回（令和5年8月30日）

約2年5ヶ月ぶりに第14回作業班が令和5年5月10日に開催されたこと受け、検討状況の中間報告として、6.7 MHz帯電界結合型WPTシステムに絞って検討中であることが報告された。

③ 第58回（令和6年4月5日）

作業班からの報告を受け、委員会報告（案）及び「6.7 MHz帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム」に関する技術的条件（案）の取りまとめを行った。
（予定）

2 作業班での検討

① 第12回（令和2年10月9日）

第45回委員会において、作業班の再開及び主任、主任代理の指名について承認されたことが報告された。周波数共用検討に関する方針について、説明が行われた。また、検討対象の100 kHz 帯磁界結合型 WPT システム、500 kHz 帯電界結合型 WPT システム及び6.7 MHz 帯電界結合型 WPT システムの概要、市場予測等について説明が行われた。

② 第13回（令和2年12月25日）

周波数共用検討に関する方針並びに各 WPT システムの主要諸元及びユースケースについて説明が行われ、共用検討の前提条件について多くの質疑が交わされた。また、アドホックグループを開催し、電波防護指針を前提とした適切な測定法について検討を行うこととなった。

③ 第14回（令和5年5月10日）

100 kHz 帯磁界結合型 WPT システムについては検討を中断し、500 kHz 帯電界結合型 WPT システムについては提案を取り下げるとの説明があり、6.7 MHz 帯電界結合型 WPT システムのみ検討を進めることとなった。各種無線通信システムとの周波数共用について検討を行った。また、アドホックグループから電波暴露に関する検討結果について報告が行われた。

④ 第15回（令和6年1月24日）

これまでの委員会及び作業班でのコメントに対する回答、許容値案及び測定法案について検討が行われ、アグリゲーションに関する検討結果以外について、承認された。

⑤ 第16回（令和6年3月27日）

アグリゲーションに関する再検討結果について、説明が行われた。また、WPT システムの詳細な技術的条件等の検討を行い、報告案及び「6.7 MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム」に関する技術的条件の取りまとめを行った。

3 アドホックグループでの検討

① 第6回（令和3年9月14日）

アドホックグループの検討事項に基づき、各 WPT システムの主要諸元、利用シーンによる漏えい電波の電波防護指針への適合性評価方法について検討を行った。

② 第7回（令和4年6月29日～7月18日）

100 kHz 帯磁界結合型 WPT システム及び6.7 MHz 帯電界結合型 WPT システムに関する

電波ばく露に関する検討結果について、メールによる意見照会を行った。その後、提出された意見に基づく修正を反映し、検討結果を取りまとめた。

IV 検討概要

第1章 WPT システムの概要

1.1 電界結合型 WPT システムの特徴

図 1.1-1 に今回の検討対象となっている電界結合型 WPT システムの基本構成と動作原理を示す。送電側にはレール形状の送電電極（一次側）が 2 本配置され、各々の送電電極の上に受電電極板（二次側）が置かれたときに、電力伝送システムとして動作する。その動作原理としては、図 1.1-1 の等価回路で示すとおり、送電電極と受電電極の間に生じる結合容量を利用して高周波電力を伝送することになる。電界結合型 WPT システムは、送受電のコイル間の磁界結合を利用する磁界結合型 WPT システムと比較して、正確な位置決めが不要であること、送受電の電極が薄型に構成でき軽量であることから敷設が容易であること、電界を介していることから周辺金属の過熱が起きないといった利点がある。

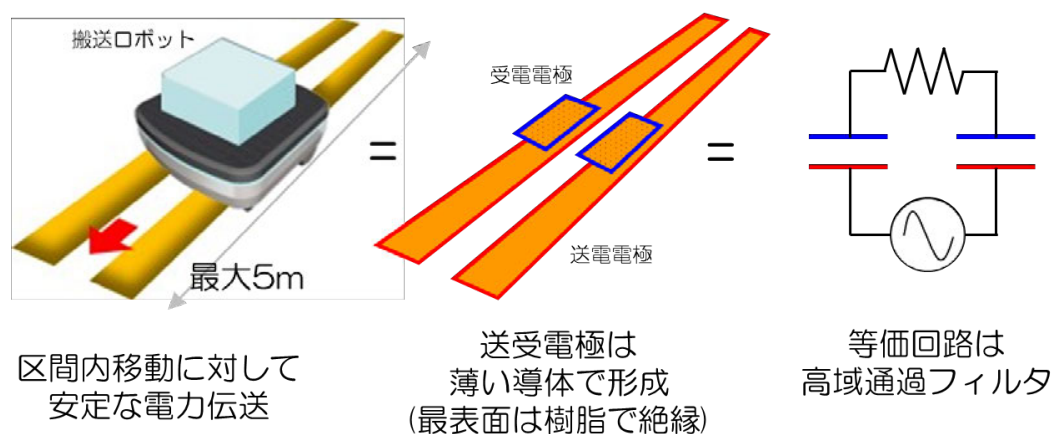


図 1.1-1 電界結合型 WPT システムの基本構成と動作原理

1.2 電界結合型 WPT システムの利用高度化に向けた検討の背景

電界結合型 WPT は、送電電極が薄型かつ平板状に形成できる場所に敷設しやすい利点がある一方、汚れや埃、水分などにより電力伝送性能が劣化する屋外利用には適さないところがある。そのため、工場や物流拠点など屋内で床面が平面である屋内利用に適している。さらに、送電電極をレール状に構成することになり、レール上を移動しながら給電・充電を行う走行中 WPT を実現することも容易である。

工場や物流拠点など産業分野で走行中 WPT を導入する背景として、以下の点があげられる。

- (1) 労働人口の減少という課題に対して、AGV（自動搬送車）、小型モビリティやロボット等の導入拡大が一つの解決策になる。ここで、走行中 WPT の利用により 24 時間連続稼働が行え、生産性を維持・向上させることが可能になる。
- (2) 物流業界のひっ迫という課題に対しても、AGV やロボット等の活用が有効である。走行中 WPT の利用により、24 時間連続稼働により省人化、より短期間での配送が可能になる。

る。

- (3) カーボンニュートラルの社会的課題に対しても、ライフサイクルアセスメント (LCA) としての CO2 削減の実現が必要である。走行中 WPT により AGV などに搭載されるバッテリーが小型化でき、その結果としてカーボンニュートラルへ貢献できる。

このような背景の元、稼働中の AGV やロボットを停止させず、一定区間を走行する間にも連続的に非接触で給電するためには、「正確な位置決めが不要」、「敷設が容易」、「周辺金属の過熱が起きない」といった特性を有する「電界結合型 WPT システム」が有効な解決手段となる。既に、AGV、ロボット向けの 6.7MHz 帯の周波数を用いた電界結合型電力伝送システムは個別設置許可による高周波周波利用設備として実用化されているが、今後のロボット化社会においては、「多業種の大規模事業所への大量導入」、「多事業者間での相互運用性の要望」、「シェアリング時代における任意者の利用」等が必須になるため、設置許可不要の型式化による実用化が必要である。したがって、統一された技術基準による適切な電波環境の維持と低コスト化のためにも、電界結合型 WPT システムの設置許可を不要とする新たな制度整備が必要である。

1.3 国際標準化等の動向

電界結合型 WPT システムは日本発の WPT 技術であり、その研究開発・実用化は日本が進んでいる。しかし、近年では、諸外国においても電界結合型 WPT システムに対する注目が高まっている。

このような状況の中、ITU-R SG1 における議論の中で電界結合型 WPT システムは既に取り上げられ、ITU-R レポート SM.2303-4” Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam” の中で、我が国における電界結合型 WPT システムの技術検討結果などが掲載されている。しかし、利用周波数の勧告化や他システムとの共用化検討については、まずは電気自動車用又はモバイル・ポータブル機器用の磁界結合型 WPT システムが注目されており、電界結合型 WPT システムに対する利用周波数勧告化の議論などはこれからになると考えられる。

一方、アジア太平洋地区における無線システムの国際協調議論を行う AWG 会合 (Asia Pacific Telecommunity Wireless Group Meeting) では、移動機器用 WPT に関する調査結果が新 APT レポート (APT/AWG/REP-134) “APT Survey Report on Wireless Power Transmission for moving machines” としてまとめられ、現在は利用周波数や技術条件などを対象とした技術レポートの策定が進められている。この検討の中に、我が国における AGV やロボットなど移動機器用の電界結合型 WPT システムの研究開発や実用化の事例などについて掲載し、我が国における電界結合型 WPT システムの先進的取り組みについてアピールできると考えられる。

また、電子・電気機器が発生する漏えい妨害波に関するいわゆる EMC 規格を策定している IEC 国際無線障害特別委員会 (International special committee on radio interference,

CISPR) では、近接結合型 WPT システムの EMC 規格を、利用する製品群毎にそれぞれを担当する小委員会にて策定する作業が行われている。B 小委員会では ISM 機器に含まれる一般用の WPT は既存の CISPR 11 規格が適用できるとする一方、既存の規格がカバーしない周波数帯を使う高出力の電気自動車用磁界結合型 WPT 充電器を、D 小委員会では電気自動車用 WPT システムの受電側の車載機器を、F 小委員会では家電製品用磁界結合型 WPT システムを、I 小委員会ではマルチメディア機器用 WPT システムを、そして H 小委員会では製品規格がない場合に適用するジェネリックな規格のうち、特に強磁界を発生する磁界結合型 WPT システムの規格を導入すべく検討している。これらのうち、F 小委員会だけは作業が完了し、CISPR 14-1 規格第 7 版 (2022 年発行) の中に IPT (Inductive Power Transfer) 機器という呼称で国際標準が公開済みである。

一方、電界結合型 WPT システムに関しては、B 小委員会はグループ 2 ISM 機器の具体例の一つと認識しており、既存の CISPR 11 規格がそのまま適用できるとしている。

なお、空間伝送型 WPT システムに関しても B 小委員会で検討されており、2024 年に公開仕様書 PAS 38 (仮称) が発行される見込みである。

第2章 対象とした WPT システム

2.1 検討対象とした WPT システム

検討の対象となるロボット向けの 6.7MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム（以下「6.7MHz 帯電界結合型 WPT」という。）のイメージを図 2.1-1 に示す。

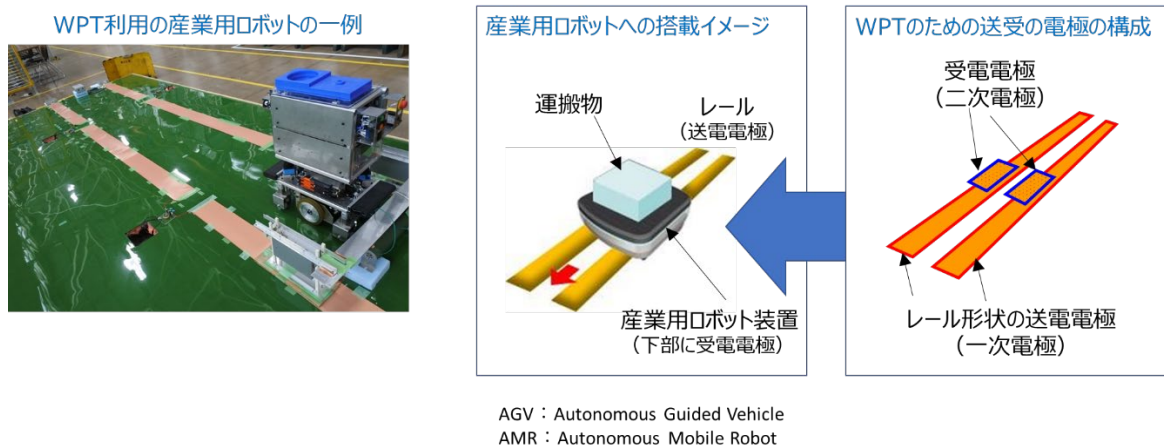


図 2.1-1 検討対象の 6.7MHz 帯電界結合型 WPT のイメージ

2.2 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の技術的仕様

表 2.2-1 に検討対象となる 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の基本条件・仕様について示す。この中で特に重要な利用条件は以下になる。

- ・ 受電対象は、搬送用、仕分け用、建設用等の各種ロボットなどであり、充電をを搭載し、その充電のために WPT を利用することとする。
- ・ 工場、建設現場、物流拠点など管理環境下でのみ利用する。つまり、電波防護指針における管理環境での指針値を適用できる環境でのみ利用する。

また、制度化の対象となる 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の仕様の中で特に重要な点は以下である。

- ・ WPT の動作時には、送電装置と受電装置は一對一に限定する。すなわち、一つの送電装置から複数の受電装置に対して同時に電力伝送は行わない。
- ・ 受電装置が送電装置の上にあることを検知したときだけ電力伝送を行う。受電装置が存在しない待機時などには、電力伝送は行わない。
- ・ 人体への安全性確保のために、人体が近接した場合やリスクエリアに人体が入った場合には電力伝送は行わない、又は電力伝送を停止する。
- ・ 電力伝送はキャリア周波数のみであり、無変調正弦波又はフィルタ等による成形により正弦波に極力近い波形となる。

表 2.2-1 検討対象となる 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の基本条件・仕様

項目	仕様
充電対象機器	搬送用、仕分け用、建設用等の各種ロボット、ドローンなど (電池搭載)
使用環境	工場、建設現場、物流拠点、ドローンポートなど (管理環境下でのみ利用)
送電電力	最大 4kW
電力伝送距離	30mm 以内 (送受電の電極間の距離)
給電区間長(送電側)	最大 5m (送電側の電極レールの長さ)
送電形態	1 対 1 を基本とする.
安全機能	受電装置を検出後、必要十分な電力を送電 給電開始時はソフトスタート制御を実施 以下の場合送電を停止 (装置温度の上昇時、過電圧/過電流検出)
利用形態	対象機器へ人体が近接した場合、リスクエリア侵入前に事前検知で 充電を停止
動作周波数	6.765~6.795MHz ・ 制度化済みの 6.7MHz 帯磁界結合型一般用非接触電力伝送装置と 同一帯域 ・ 充電中は周波数を固定 ・ 複数の充電台を同時動作させる場合も、周波数は同一 ・ 動作時の占有周波数帯幅は、50Hz 程度
変調の有無など	変調 (負荷変調など) は行わない キャリア周波数のみによる電力伝送 (フィルタ等によりできるだけ正弦波に近づけ、高調波の発生も低 減化) 充電制御用の通信は別帯域の無線を使用

2.3 想定される利用形態

図 2.3-1 には 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用形態の例を示す。ただし、ここでは将来的な利用形態も含めている。今回の検討対象は、工場や建設現場、物流拠点など産業用途で、一般人の居ない管理環境下での利用形態に限定する。また、図 2.3-1 の中でドローンの静止

中での充電用途についても今回の検討の対象外とする。

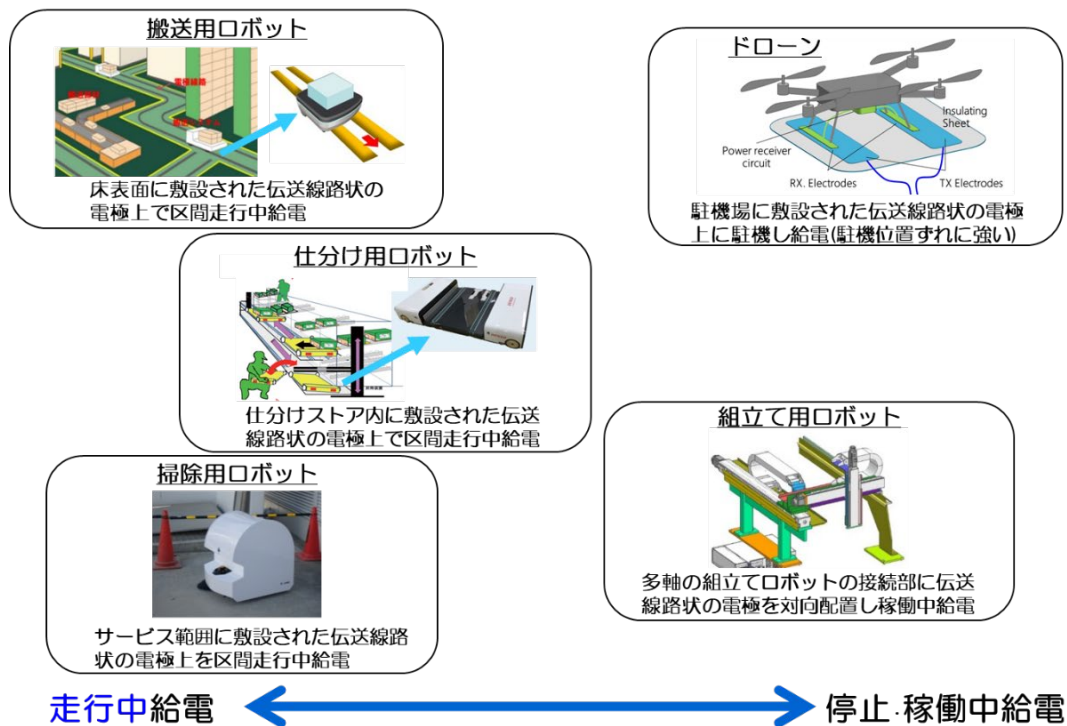


図 2.3-1 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用形態 (将来的な利用形態も含む)

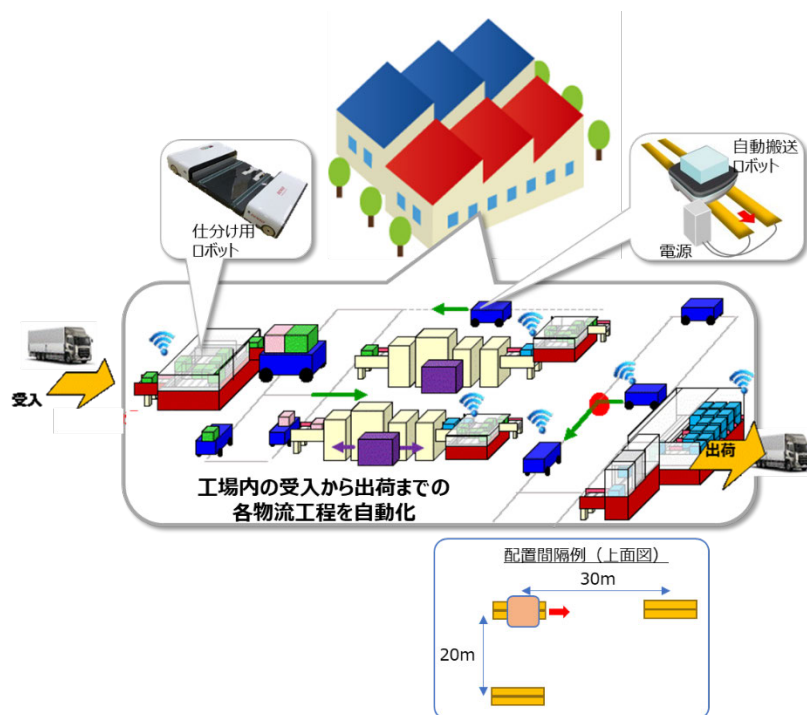


図 2.3-2 物流拠点における一般的な利用形態

図 2.3-2 には物流分野における一般的な利用形態としての一例を示す。以下に、設置条件などを例示する（ここで示されている仕様等も一例である）。

6. 7MHz 帯電界結合型 WPT 設置条件

- ・ 稼働時間：24 時間（終日）
- ・ 配向：送電線路は水平面に配置する場合が基本。
- ・ 床への送電電極（レール）の配置：床側の表面凹凸なき事を確認後に設置する。
- ・ 絶縁性の確保：送電電極は樹脂で被覆され金属表面を露出させない。
- ・ 電源部の配置：送電電極の長手方向端部の脇に配置する。ただし、送電電極面内以外（上下など）に配置する場合もある。

複数の 6. 7MHz 帯電界結合型 WPT 導入時の設置条件

- ・ ロボットの充電計画、運用走行速度、工場等のレイアウトを考慮し、分散的に配置する。（「3.4 アグリゲーションによる影響評価」に具体的な事例を説明する）

2.4 市場予測

2.3 で説明した 6. 7MHz 帯電界結合型 WPT は、既に、個別許可が必要な高周波利用設備として導入されている。今後は、省人化対策、物流業界のひっ迫の課題への解決策、脱炭素化などの観点から、産業分野での導入が益々増えていくと考えられ、非常に大きな市場になると予想される。以下の分野毎の市場予測に示すように、6. 7MHz 帯電界結合型 WPT 送電機の需要は全体で 20 万台以上になると推定される。

2.4.1 FA 分野での普及予測

FA 分野において、労働人口減少下での国内モノづくり継続には徹底した省人化が必要になる。また、” Connected Industries” 推進には高稼働率化が必要になる。以下に、満足すべき要件、6. 7MHz 帯電界結合型 WPT を導入するロボット例と導入台数、導入する施設数のイメージについて示す。

【満足すべき要件】

- ・ ロボティクス導入の加速で現場の省人/無人化を支え日本のモノづくりを維持・強化
- ・ ケーブルレス化機構で「24 時間稼働の止まらない工場」を実現

【導入ロボット例と導入台数】



搬送用ロボ

導入ロボット	施設毎の WPT 送電機 台数（平均）	施設毎の 搬送用ロボ数
自動搬送ロボ	10	6~60

ロボット出荷数統計(ロボット工業会)と各分野製造事業場数統計(経産省)から概算

図 2.4-1 FA 分野における導入ロボット例と導入台数

【導入する施設数のイメージ】

- ・ 従業員数 300 人以上の国内製造事業場数 3,402 箇所（2016 年）

以上から、FA 分野では、施設毎に平均 10 台の 24 時間稼働ロボット向けに 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の需要があり、導入が有効な施設は国内に 3,000 箇所以上あるため、6.7MHz 帯電界結合型 WPT 送電機の需要は 3 万台程度あると推定される。

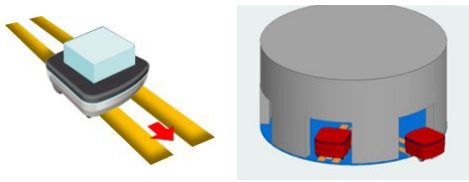
2.4.2 物流分野での普及予測

物流分野において、e コマースの爆発的な浸透で「物流危機」が発生しており、高稼働率・省人化推進の観点からロボット導入の加速が必要になる。以下に、満足すべき要件、導入 WPT システム例と導入台数、導入する施設数のイメージについて示す。

【満足すべき要件】

- ・ 停止が不要な給電システムでロボットへの 24 時間稼働を実現
- ・ 導入数が増えた場合にも簡易な手続きで運用できるような制度構築が必要
- ・ 給電できるエリアが広範囲にできることで電池コストを低減、導入を容易とする低コストシステムを実現

【導入ロボット例と導入台数】



導入ロボット	施設毎の WPT 送電機台数 (平均)	施設毎の搬送用ロボ数
①搬送ロボ	3	3~6
②宅配ロボ用ハブ	10	20~60

出所(①の台数について：2016 年当時)：情報通信総合研のレポート(2017/12)

図 2.4-2 物流分野における導入ロボット例と導入台数

【導入する施設数のイメージ】

- ・ 首都圏大型物流施設事業所数 3,710 箇所（敷地面積 3,000m² 以上の物流施設）

以上から、物流分野では、施設毎に平均 10 台の 24 時間稼働ロボット向けに 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の需要があり、導入が有効な施設は首都圏だけで 3,700 箇所以上あり、全国ではその 3 倍程度になるため、6.7MHz 帯電界結合型 WPT 送電機の需要は国内全体で 10 万台程度と推定される。

2.4.3 建設分野での普及予測

建設分野において、高齢層の大量離職で技能労働者の不足が最も深刻な状況になっている（2025 年には建設技能労働者が約 128 万人不足という試算がある）。そこで、高稼働率・

省人化技術の推進が必要になってくる。以下に、満足すべき要件、導入ロボット例と導入台数、導入する施設数のイメージについて示す。

【満足すべき要件】

- ・ 建築業界では、リース品として利用されるため設置場所に固定されない制度構築が必須
- ・ 可搬性に優れ薄型な走行中給電領域の実現で雑工支援や仮設作業支援に対応

【導入ロボット例と導入台数】



①雑工支援ロボット
(掃除など)



②高所作業車

導入ロボット	施設毎の WPT 送電機 台数 (平均)	施設毎の 搬送用ロボ数
①雑工支援 ロボット (掃除など)	3	3~6
②高所作業車	3	3~6

図 2.4-3 建設分野における導入ロボット例と導入台数

【導入する施設数のイメージ】

施工面積 10,000m² 以上の建築現場数 1,481 件 (2017 年度, 国交省統計より)

以上から、建設分野では、建築現場毎に平均 3 台のロボット向けに 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の需要があり、導入が有効な建築現場は国内に 1,500 件程度あるため、6.7MHz 帯電界結合型 WPT 送電機の需要は 4.5 千台程度と推定される。

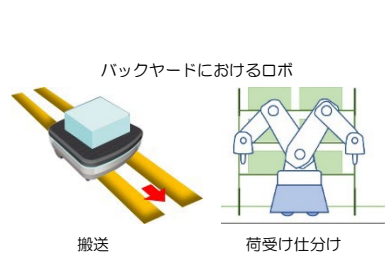
2.4.4 商業分野での普及予測

商業分野において、人材確保の困難化が社会問題になっており、省人化のための提案が相次いでいる (Amazon, Alibaba などがグローバルで無人レジ店舗を提案、経済産業省主導で店舗への RF タグ導入を推進中など)。今後、コンビニエンスストアなどではロボット導入の加速が必要になってくる。以下に、満足すべき要件、導入ロボット例と施設数について示す。

【満足すべき要件】

- ・ 狭い店舗内で、安全且つ動線を妨げずロボットへの充電が可能
- ・ 本部からオーナーへの機器レンタルなど、業界特有のルールに適した制度構築

【導入ロボット例と施設数】



店舗 カテゴリー	店舗数 (千店)	施設毎の WPT 送電機台数(平均)	施設毎の ロボ数	WPT 送電機 合計(千台)
大規模店 モールなど	1.9	3	3~10	5.7
中規模店 大型スーパー	15.4	2	2~6	30.8
小型店 小型スーパー	4.9	2	2~6	9.8
コンビニエンスストア	55	1	1~3	55
WPT 送電機総数				101.3

出所(店舗数)：スーパーマーケット統計調査事務局統計(2018)
日本フランチャイズチェーン協会統計(2018)

図 2.4-4 商業分野における導入ロボット例と導入台数

以上から、商業分野では、国内の全ての店舗（大型店舗からコンビニエンスストアまで）で、ロボット向けに 6.7MHz 帯電界結合型 WPT 送電機の需要は 10 万台程度と推定される。

第3章 6.7MHz 帯電界結合型 WPT と無線システムとの周波数共用検討

3.1 共用検討の方法

3.1.1 はじめに

作業班では、検討対象とした 6.7MHz 帯電界結合型 WPT（表 2.2-1 参照）の使用周波数と同一又は隣接する周波数帯を使用する無線システムを共用検討対象システムと認識し、それぞれのシステムへの与干渉レベルを明らかにすることにより共用検討を行った。

3.1.2 共用検討対象システムの選定

6.7MHz 帯電界結合型 WPT の使用周波数と同一又は隣接する周波数帯を使用する無線システム（以下「共用検討対象システム」という。）の周波数配置を図 3.1-1 に、これら共用検討対象システムを表 3.1-1 にそれぞれ示す。この図に示すように、共用検討対象システムは、同一周波数帯を利用する固定・移動通信システムと隣接周波数帯を使用するアマチュア無線システムのみである。

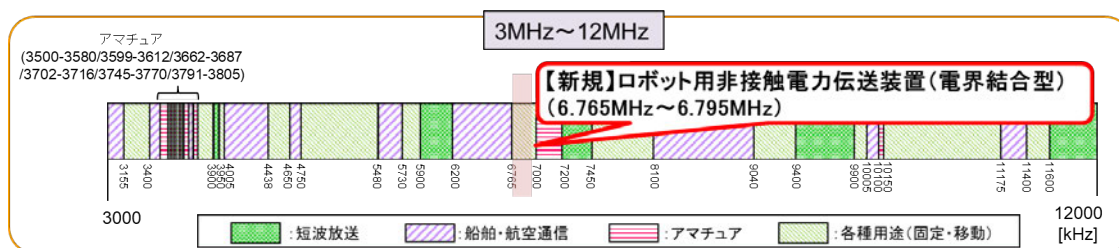


図 3.1-1 共用検討対象システムの周波数配置

表 3.1-1 共用検討対象となる無線システム

WPT の利用形態・周波数（与干渉側）		周波数共用検討の必要なシステム（被干渉側）
6.7MHz 帯電界結合型 WPT	6.765MHz~6.795MHz	固定・移動通信（6.765MHz~6.795MHz） アマチュア無線（7.0MHz~7.2MHz）

3.1.3 検討の進め方等

以下に、本検討での共通の考え方、進め方等を示す。なお、個々の共用検討対象システムは、それぞれ独自の特徴を有しており、利用シーンや運用条件が異なっているため、具体的な検討方法は、それぞれの検討の中で規定する。

- ・ 共用検討対象システムの事業者とブロードバンドワイヤレスフォーラム（BWF）との間で周波数共用検討に関する検討会を開催して検討を行った。必要に応じて、総務省を介して検討を実施した。
- ・ 検討の組み合わせは、同一帯域又は隣接帯域のシステム同士を基本とした。
- ・ WPT システムからの与干渉レベルの値は、3.1.4 に示す「目標値」を用いた。また、必

要に応じて、3.1.5 に示す WPT システムの実験データも参考にした。

3.1.4 与干渉レベル（放射妨害波）の目標値の設定

検討する 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の放射妨害波の目標値として、以下を設定した。

- ・ 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用周波数帯については、電波法施行規則第 46 条の 2 第 1 項第 9 号(2)に規定されている放射妨害波の許容値を目標値とする。この許容値は、平成 28 年 3 月 15 日に高周波利用設備の型式指定機器として省令化された WPT システムのうち、「6.7MHz 帯磁界結合型一般用非接触電力伝送装置（最大 100W 程度）」に対して規定されたものである。すなわち、利用周波数 6.765MHz～6.795MHz のうち、
 - 6.765MHz～6.776MHz においては 44dB μ A/m（測定距離 10m）
 - 6.776MHz～6.795MHz においては 64dB μ A/m（測定距離 10m）となる。
- ・ 利用周波数以外については、高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号を目標値とする。すなわち、隣接するアマチュア無線システムの利用周波数帯（7.0～7.2MHz）においては、18.5dB μ A/m（測定距離 10m）となる。

3.1.5 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の放射妨害波の測定データ

3.1.5.1 シールドルーム内での基本周波数での放射妨害波の測定例

6.7MHz 帯電界結合型 WPT における利用周波数帯での放射妨害波の測定例を以下に示す。今回の測定に用いた 6.7MHz 帯電界結合型 WPT 及び測定の様子について図 3.1-2 に示す。

- ・ 周波数：6.78MHz
- ・ 送電電力：500W（測定値は 4kW 相当へ換算）
- ・ 測定方法：総務省告示第 69 号（平成 28 年 3 月 15 日）での電気自動車用非接触電力伝送装置（EV 用 85kHz 帯磁界結合型 WPT が対象）を踏襲した測定法（詳細については後述する 4.2 に示す）

図 3.1-3 には、6.7MHz 帯電界結合型 WPT の測定条件及び送電装置の位置の関係について示す。30MHz 以下の測定においては、距離 10m において、磁界成分の x 及び y 方向（地面と水平方向）、z 方向（地面に対して垂直方向）の測定を行った。送電電極（レール）に対する受電電極の位置により放射妨害波のレベル及び角度特性（指向特性）が変化することが考えられるので、図 3.1-3 に示す A（レールの中心）、B（電源に近いレール端近く）、C（電源から遠いレール端近く）の 3 点での測定を行った。各々の位置における測定結果を図 3.1-4～6 に示す。なお、送電装置及び受電装置とも、回転台の上に配置し、回転台を回転させ、放射妨害波を測定している。

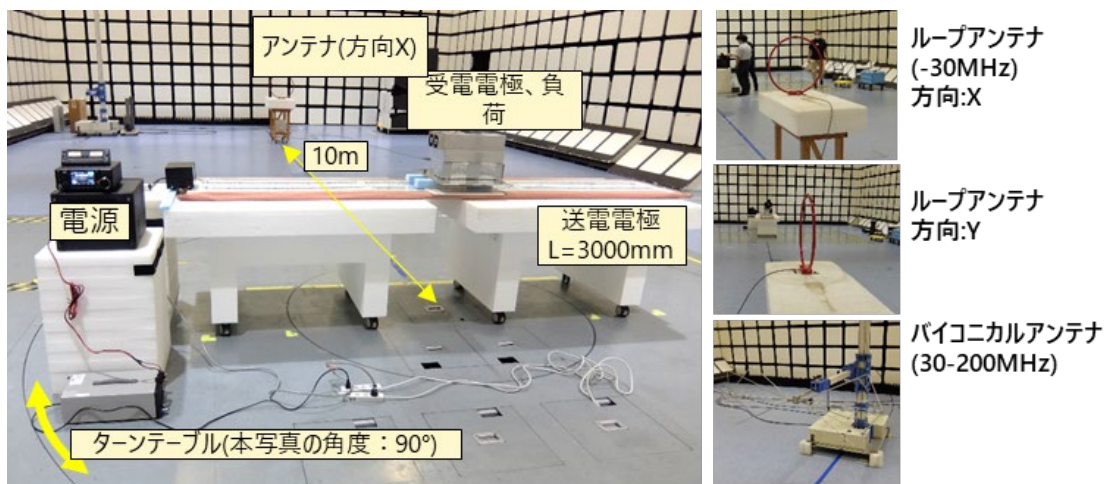


図 3.1-2 6.7MHz 帯電界結合型 WPT 測定の様子

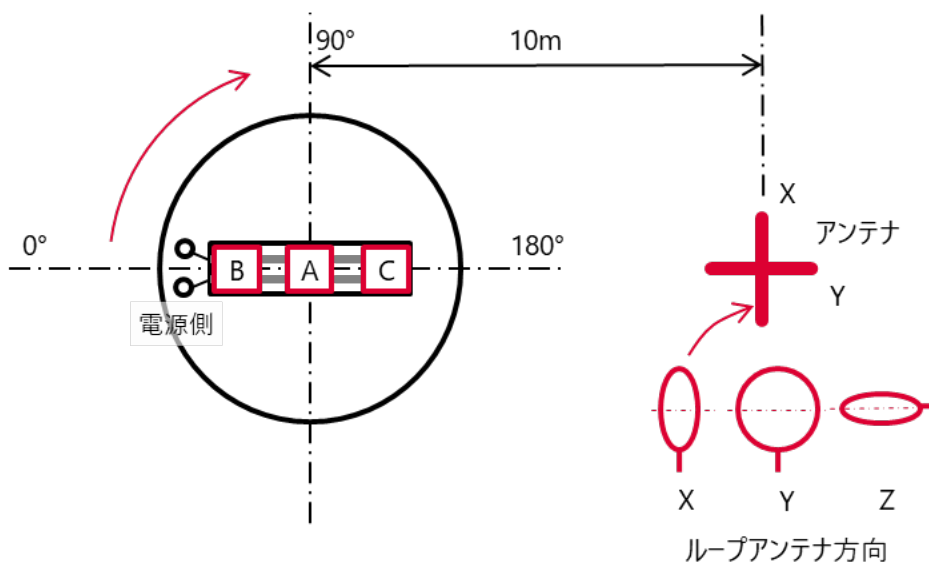


図 3.1-3 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の測定条件及び送電装置の位置

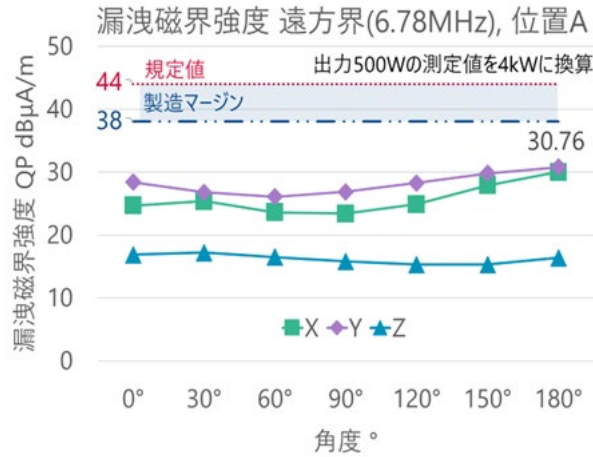


図 3.1-4 受電装置が位置 A にある場合の放射妨害波の測定結果

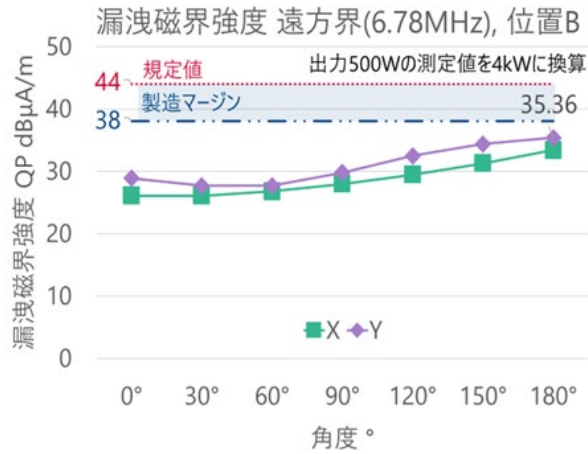


図 3.1-5 受電装置が位置 B にある場合の放射妨害波の測定結果

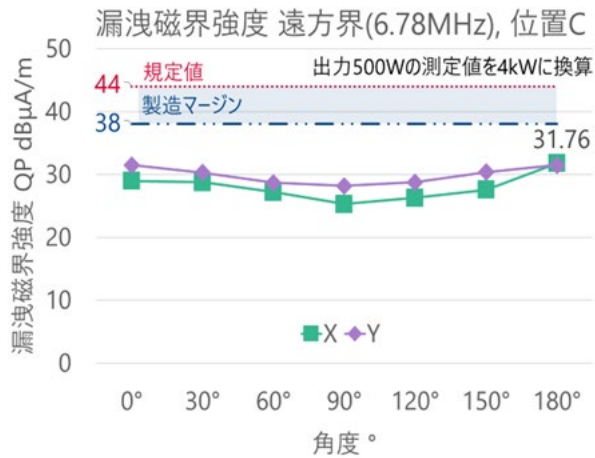


図 3.1-6 受電装置が位置 C にある場合の放射妨害波の測定結果

以上の測定結果より、今回用いた向け 6.7MHz 帯電界結合型 WPT に関して、以下の点が分かった。

- ・ 受電位置、放射方向により不要放射レベルが変化する。したがって、受電位置及び放射角度方向については、最悪レベルになる条件を見つけて測定を行う必要がある。特に、受電位置に関しては、電源に近い側に受電装置がある場合に、相対的に放射妨害波のレベルが高くなる。
- ・ 最悪条件においても、目標の許容値（電波法施行規則第 46 条の 2 第 1 項第 9 号 (2) 記載の 6.7MHz 帯磁界結合型一般用非接触電力伝送装置の許容値）である $44\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}@10\text{m}$ を超えることはなく、6dB 程度のマージンがある。

3.1.5.2 基本周波数の帯域外での放射妨害波の測定例

上記 (a) と同じ装置を利用して、帯域外放射についての測定を行った。

最初に、基本波成分のスペクトラムを測定した結果を図 3.1-7 に示す。基本波のスペクトラム純度を、実質的な測定限界で狭帯域測定 (RBW:10Hz) を行ったところ、 -20dBc で約 30Hz 程度に収まっている。基本波は無変調正弦波であることから、帯域外への放射は基本的にはかなり低いと考えられる。

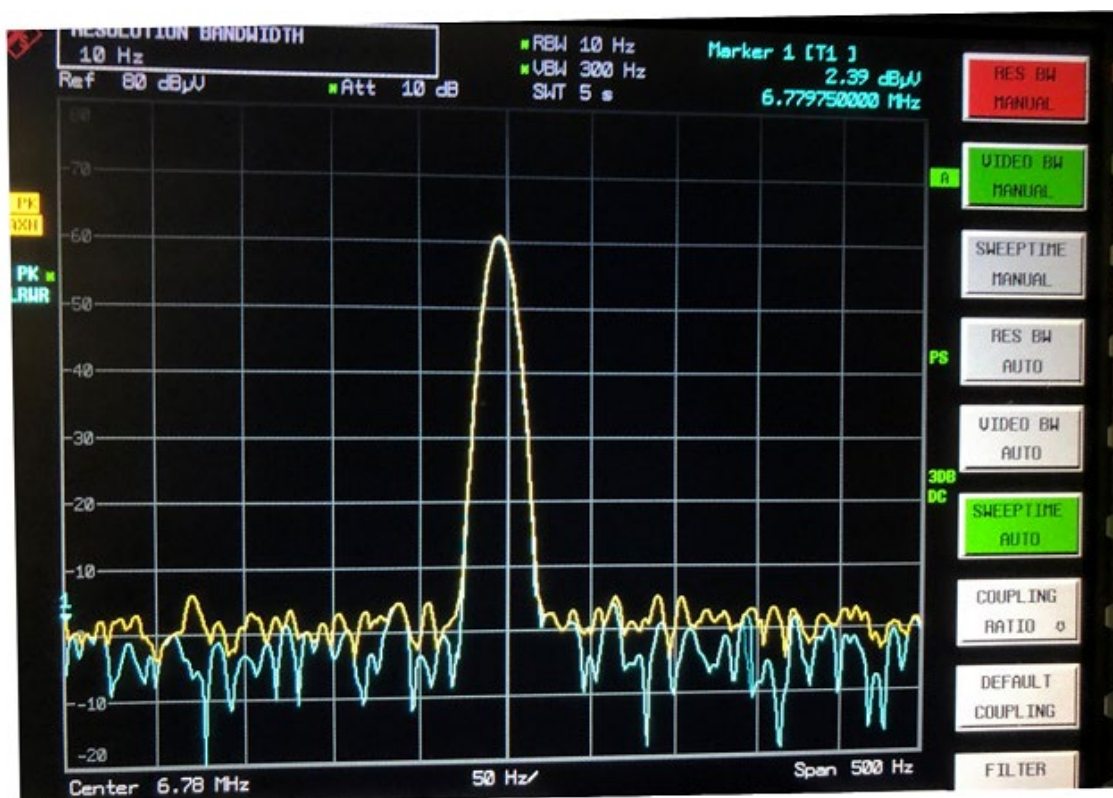


図 3.1-7 基本周波数におけるスペクトラム波形の測定結果

次に、実際に帯域外における放射妨害波の測定を実際に利用する屋内環境において行った。6.7MHz 帯電界結合型 WPT を ON と OFF した場合の特性の比較を行った。図 3.1-8 に 6.7MHz 帯電界結合型 WPT を OFF した場合、図 3.1-9 に ON した場合の測定結果を各々示す（測定距離は 10m、送電電力は 500W で実施し、放射妨害波のレベルは 4kW 相当に換算）。また、参考に、ON/OFF の結果の差分について、図 3.1-10 に示す。この測定結果から、以下のことが分かる。

- ・ 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の帯域外放射（側波帯雑音など）は観測されなかった。同様な測定を複数回実施したが、全く同じ傾向であった。
- ・ ON と OFF 時のノイズフロアが $-30\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ 程度であり、帯域外への不要放射があったとしてもこのレベル以下になる。
- ・ 結果として、無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号を参考に設定した目標値（7.0～7.2MHz において $18.5\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ （測定距離 10m）以下）を十分に達成できる。

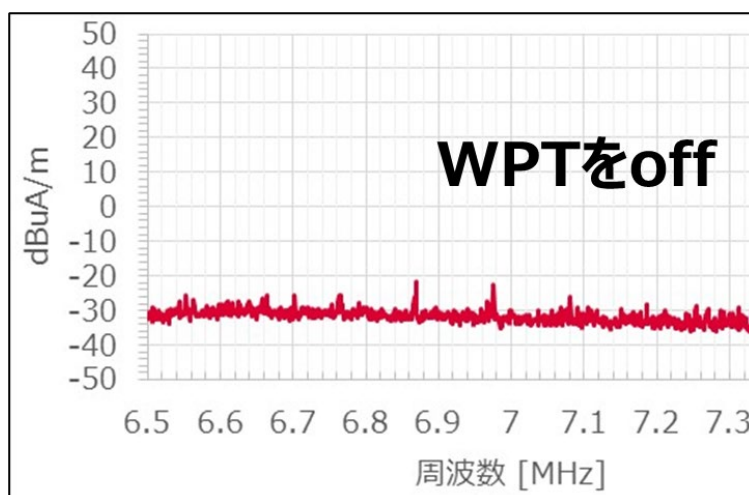


図 3.1-8 6.7MHz 帯電界結合型 WPT を OFF した場合の帯域外の放射妨害波の測定結果

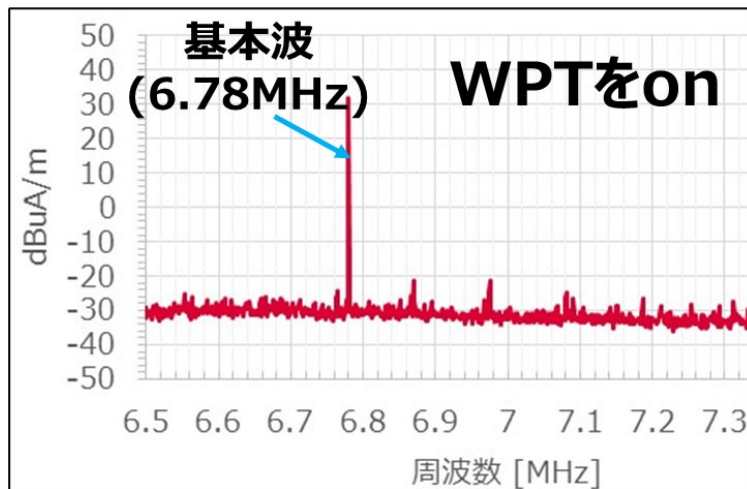


図 3.1-9 6.7MHz 帯電界結合型 WPT を ON した場合の帯域外の放射妨害波の測定結果

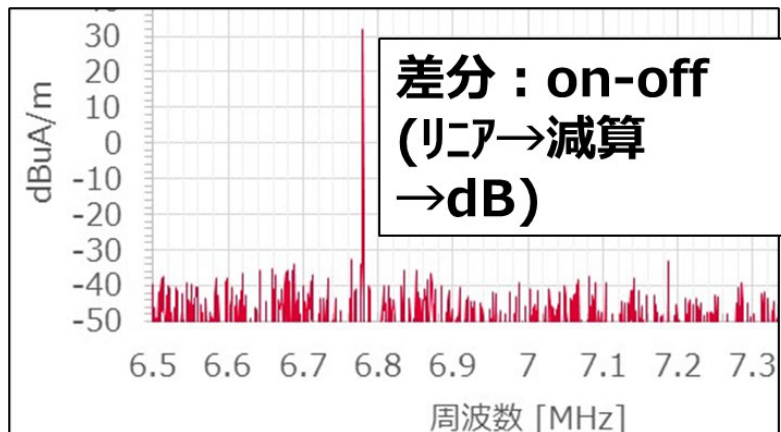


図 3.1-10 6.7MHz 帯電界結合型 WPT を ON/OFF した場合の差分

3.1.5.3 屋外への不要放射の測定例

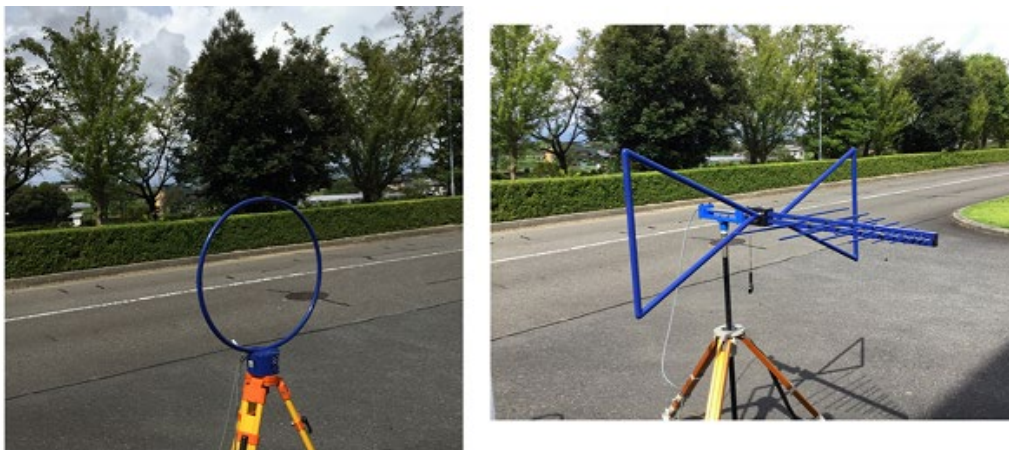
次に、実際に高周波利用設備として運用されている 6.7MHz 帯電界結合型 WPT について、屋外への漏えい電磁界のレベルについて測定を行った。図 3.1-11 に、設置環境と許可申請仕様について示す。また、屋外への漏えい電磁界測定に用いた測定機器を図 3.1-12 に示す。図 3.1-13 には漏えい電磁界の測定例を示す。この測定結果から、高周波利用設備として設置許可(5号)された 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の漏えい磁界は、基本周波数帯において、規定距離で許容値 ($-1.5\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$) 以下となり、観測できなかった。なお、ここで規定距離(基準距離)は 45.5m である(外壁から境界までの距離: $70\text{m} \div 4.5 + 30\text{m}$)。

規則：無線設備規則第65条第1項第5号
 試験法：設置場所測定
 周波数：6.78MHz
 高周波出力：1200W

■ 対象WPT設備
 □
 □
 ● 電磁界測定位置



図 3.1-11 設置環境と許可申請仕様



測定機器

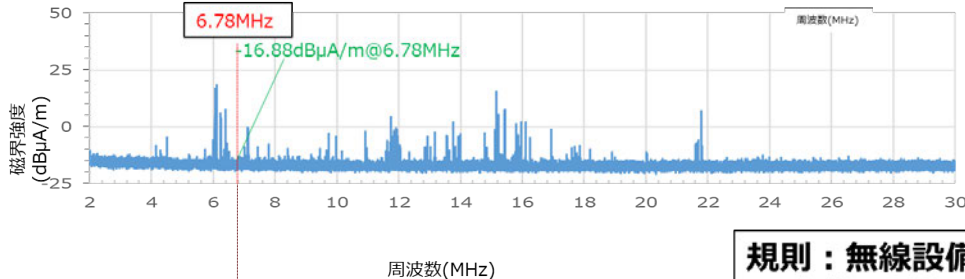
- ・HLA 6120 (セテック) アクティブ・ループ・アンテナ (周波数レンジ:10kHz~30MHz)
- ・CBL 6111 (セテック) バイコニ・ログ・アンテナ (周波数レンジ:26MHz~6GHz)
- ・RSA306 (TEK) スペクトラムアナライザ (周波数:9kHz~7.5GHz)

標準的な受信機およびアンテナにより、CISPR16に基づく標準設定 (RBW=9kHz) による測定を実施

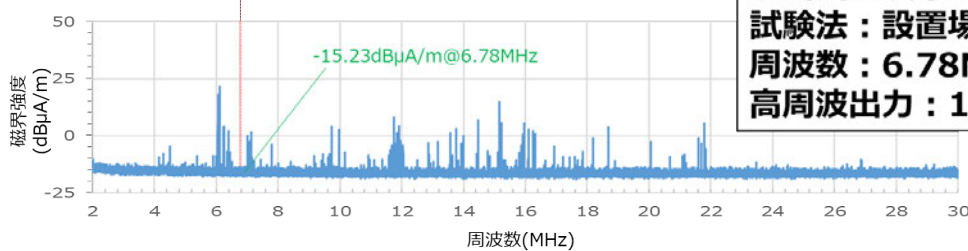
図 3.1-12 屋外への漏えい電磁界測定に用いた測定機器

磁界強度測定結果(10k~30MHz)

◆装置ON時データ



◆装置OFF時データ



**規則：無線設備規則第
65条第1項第5号
試験法：設置場所測定
周波数：6.78MHz
高周波出力：1200W**

図 3.1-13 屋外への漏えい電磁界の測定結果例

3.1.5.4 測定結果のまとめ

今回測定に用いた 6.7MHz 帯電界結合型 WPT は装置として一例のものであり、送電電力も 4kW 以下になるが、送電電力を 4kW へ換算した結果も見ると、利用周波数帯及び近接・隣接する帯域外の周波数帯のどちらにおいても、3.1.4 で設定した放射妨害波の許容値の目標値を十分満たせることが分かる。

3.2 固定・移動無線との共用検討

固定・移動無線との共用検討に関しては平成 28 年 3 月 15 日に高周波利用設備／型式指定機器として省令化された WPT システムの中の「6.7MHz 帯磁界結合型一般用非接触電力伝送装置（最大 100W 程度）」に対して行われた共用検討結果の内容を踏襲する。その結果、周波数帯の 6.765~6.795 MHz のうち、固定・移動無線と利用周波数帯が重なる 6.765MHz~6.776MHz については放射妨害波の許容値として 44dBμA/m（測定距離 10m）、それ以外の 6.776MHz~6.795MHz においては 64dBμA/m（測定距離 10m）とし、これを満足することにより、共用化を可能とした。

以下に、前回の検討の内容（情報通信審議会情報通信技術分科会（第 106 回）資料 106-4-2「電波利用環境委員会報告」）を記載する（ただし、図番号は本報告の項目に従ったものとする。）。なお、本検討における 6.7MHz 帯電界結合 WPT システムは産業用 WPT であるが、以下に記載する従前の家電機器用 WPT システム①と同じ共用検討を行う。

3.2.1 検討の進め方

家電機器用 WPT システム①が使用する周波数帯の 6.765-6.795MHz と周波数重複する固定・移動通信を行う無線局（以下、「無線局」という。）との周波数共用条件として、当該無線局の設置環境を考慮した所要離隔距離を 3.5km と定め、これを満足するための家電機器用 WPT システム①の漏えい電界強度を導出する。

3.2.2 干渉検討モデル

干渉検討モデルを図 3.2-1 に示す。家電機器用 WPT システム①（図において「WPT システム」）は屋内に設置され、屋外で運用する無線局への影響を検討する。

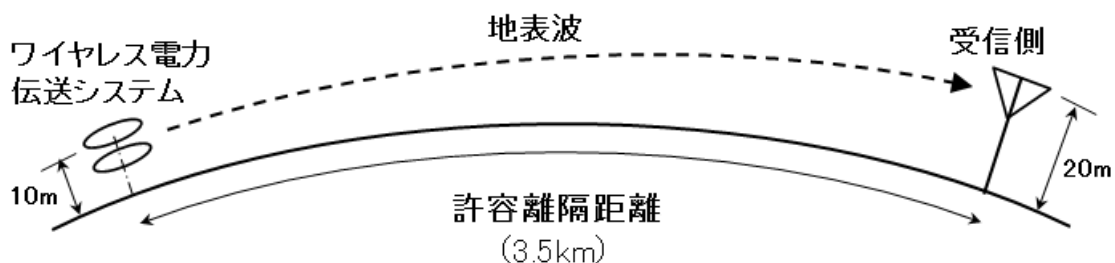
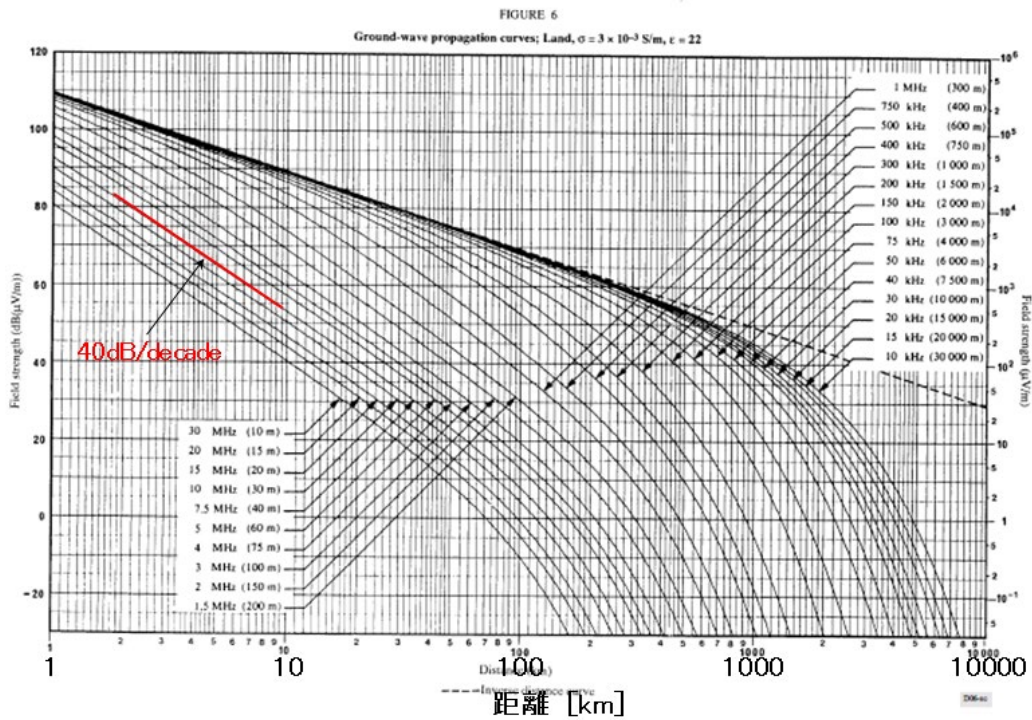


図 3.2-1 干渉検討モデル

3.2.3 干渉計算

家電機器用 WPT システム①からの漏えい電磁波は、上図の配置に対しては、WPT システムと無線器受信アンテナの高さが波長より低いため、大地の湾曲に沿う地表波（グラウンドウェーブ）として伝搬する。ITU-R の勧告 P.368-7 では、周波数 10kHz-30MHz の地表波の電界強度を求めるための伝搬特性が勧告されており、図 3.2-2 に示すとおり、周波数 6MHz 付近の電磁波の地表波伝搬に対しては 40dB/decade の減衰特性が示されている。



Rec ITU-R P.368-7

図 3.2-2 ITU-R 勧告 P. 368-7 の地表波の伝搬特性
(大地の定数 導電率: 3mS/m、比誘電率: 22.0)

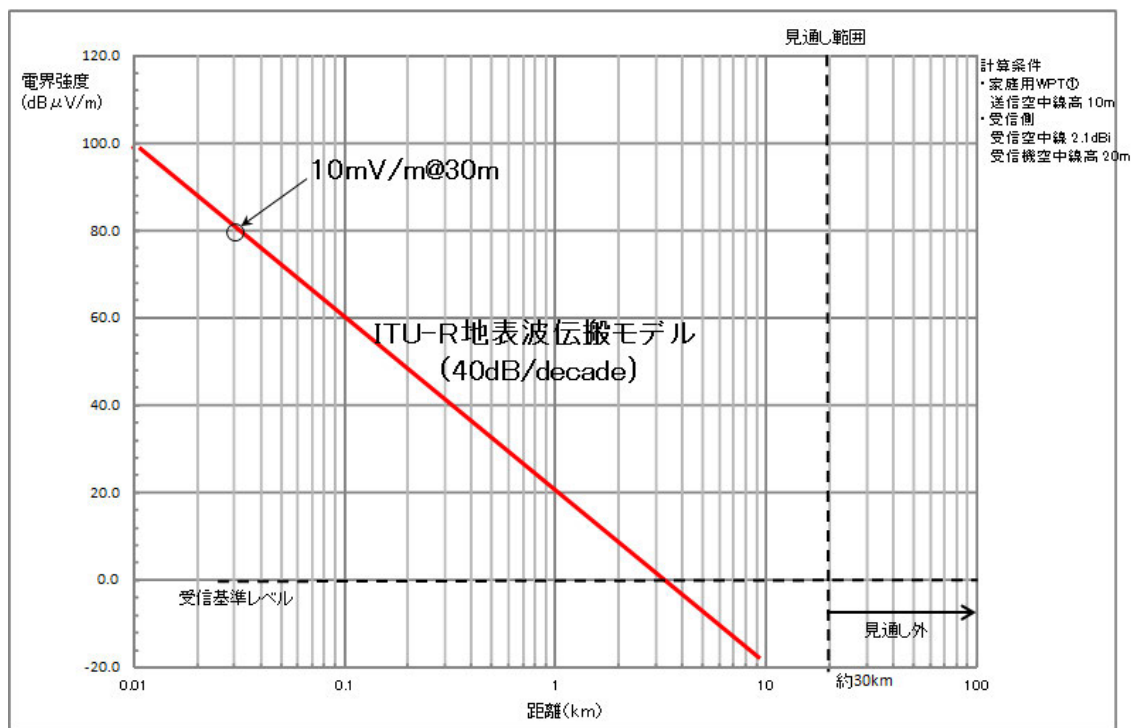


図 3.2-3 家電機器 WPT システム①の漏えい電界の伝搬特性計算値

したがって、この 40dB/decade の減衰特性に対して、離隔距離が 3.5km となる漏えい電界強度の許容値は、図 3.2-3 に示すとおり、10mV/m@30m (=80dB μ V/m@30m) となる。

3.2.4 検討結果

上述の干渉検討モデルと諸条件を考慮し、家電機器用 WPT システム①から固定・移動通信を行う無線局への有害な干渉を与えないための漏えい電界強度の許容値は、両者の使用する周波数が重複する場合において、10mV/m@30m となった。

3.3 アマチュア無線システムとの共用検討

アマチュア無線システムとの周波数共用検討については、一般社団法人日本アマチュア無線連盟（以下「アマチュア無線連盟」という。）と BWF との間での議論の中で行った。ここで、BWF 側から、①検討対象の 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の技術的要件と利用シーンについて（本報告の「2.2 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の技術的仕様」及び「2.3 想定される利用形態」に示した内容）及び②WPT 機器からの不要放射の測定データについて（本報告の「3.1 共用検討の方法」の中の特に「3.1.5 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の放射妨害波の測定データ」に示した内容）を説明し、議論を行った。特に、BWF から以下の点を示した。

- ・ 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用周波数帯における電力伝送時の波形は無変調正弦波になっている。図 3.1-7 に示したスペクトラム波形の測定結果はその事実を裏付けるものであり、帯域外への放射は基本的にはかなり低い。
- ・ 図 3.1-8 から 10 に示した 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の ON/OFF 時のスペクトラムの測定結果の比較により、アマチュア無線システムの帯域（7.0～7.2 MHz）における不要放射は測定受信機のノイズレベル以下であった。
- ・ 以上の結果から、BWF としての見解としては、一般的なアマチュア無線システムに対する 6.7MHz 帯電界結合型 WPT からの不要放射による影響は少ないと考えられる。

3.4 アグリゲーションによる影響評価

6.7MHz 帯電界結合型 WPT が同じ敷地内に複数台設置される場合には、その相乗効果により不要放射レベルが上がってしまう懸念がある。そこで、実運用として想定し得る利用ケースを考慮し、アグリゲーション（集積）による影響評価を行った。

3.4.1 アグリゲーション検討において想定する利用ケース

- ① 送電出力 4kW の送電装置を利用する場合：表 2.2-1 に示した検討対象となる 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の仕様の中で、最大の送電出力として 4kW になることを示している。このような大きな送電電力になる場合、供給側の電力が大きくなり、受電側の AGV など装置も大型のものになるため、複数の WPT システムを設置したとしてもそ

の設置台数は多くはならない。典型的な利用シーンとしての送電装置は3台程度である。

- ② 送電出力 1kW 以下の送電装置を利用する場合：送電装置、受電装置ともに、4kW の場合に比べ小型で小電力のものになることから、後述する 3.4.4 で示すように、WPT 送電機を 20 台設置するような利用ケースが想定される。

なお、一つの送電装置がある時間に電力伝送を行うのはただ一つの受電装置（AVG など）となる条件を前提とする。典型的には、送電装置と受電装置は対一の関係になるが、利用形態の柔軟性を考慮して、一つの送電装置が違う時間に複数の違う受電装置へ電力伝送を行う場合も仮定する。ここで、一つの送電装置が一つの受電装置へ電力伝送を行う時間率は 10% を仮定する。この数値は、実際に運用されている AGV 向けの WPT システムの稼働率が、例えば 24 時間運用時に、AGV へ給電する時間が 2 時間強程度であることから決定した。

3.4.2 アグリゲーションを考慮した放射妨害波の許容値についての考え方

「3.1 共用検討の方法」の「3.1.4 与干渉レベル（放射妨害波）の目標値の設定」では最大 4kW の出力電力の送電装置を想定した許容値を目標値として設定している。しかし、3.4.1 の②に示したように 1kW クラスの送電装置を 20 台設置した場合には、アグリゲーションによる放射妨害波レベルの上昇が懸念されるので、許容値を厳しくする（低くする）必要があると考える。具体的には、以下に示すように、許容値の目標値の送電電力 1kW の場合には、電力比で 1/4（6dB）下げる。

基本周波数帯における漏えい磁界強度の許容値

- | | |
|----------------|--|
| ① 1kW 超～4kW 以下 | 44dB μ A/m@10m (6.765MHz～6.776MHz) |
| | 64dB μ A/m@10m (6.776MHz～6.795MHz) |
| ② 1kW 以下 | 38dB μ A/m@10m (6.765MHz～6.776MHz) |
| | 58dB μ A/m@10m (6.776MHz～6.795MHz) |

3.4.3 アグリゲーション検討における基本的な考え方

最悪条件での影響評価を行うために、以下の条件を仮定した。

- ① 想定する放射妨害波の許容値
利用周波数帯の許容値のうち厳しい方を設定する。この許容値と同等の放射妨害波が各送電装置から発生していると仮定する。具体的には以下のとおり。
送電電力 4kW の場合には 44[dB μ A/m]@10m
送電電力 1kW の場合には 38[dB μ A/m]@10m
- ② 送電装置は全て同時にシステムとして稼働
- ③ 送電装置は同一周波数で稼働
- ④ 送電装置からの不要放射の磁界強度は距離に反比例（遠方界になる場合の距離減

衰)

周波数帯が低く、近傍界領域に近いことから、実際の距離減衰はもっと大きくなる可能性はあるが、最悪条件として距離に反比例して減衰すると仮定する。

- ⑤ 送電装置からの不要放射方向の特性（指向特性）については、全ての送電装置からの最大の不要放射方向が合致
- ⑥ 送電装置からの不要放射の磁界成分（例えば、x、y、z 方向成分）については、全て送電装置からの最大の磁界成分で合算

この条件下で送電装置の励振位相を $[0\sim 2\pi]$ で一様ランダムに設定し、1000 回試行した。一つの目安として、100m の距離における合算した磁界強度の分布をヒストグラム化し、Raileigh 分布でフィッティングを行い、アグリゲーションによる影響について検討した。

3.4.4 アグリゲーションの検討を行った具体的な利用シーン

「3.4.1 アグリゲーション検討において想定する利用ケース」に示したように、以下の二つの利用シーンについてアグリゲーションによる影響について検討した。

利用ケース①：4kW クラスの送電装置を 3 台設置

利用ケース②：1kW クラスで送電装置を 20 台設置

以下に、各利用ケースにおけるアグリゲーション影響の検討モデル及びその結果について示す。

利用ケース①

複数台の送電装置を設置する場合の最も典型的な利用ケースである。以下の条件を仮定する。

- ・ 送電電力 4kW
- ・ 不要放射レベルは許容値相当 ($44\text{dB } \mu\text{A/m}@10\text{m}$)
- ・ 3 台の WPT 送電装置 (A、B、C) を 5m 間隔で配置
送電電極（レール長が 5m）の長手方向に送電装置を複数台配置する場合（この場合には送電装置は 50m 間隔に配置）と、送電電極を平行に複数台配置する場合（この場合には送電装置は最小のレール間隔になる 5m 間隔で配置）の二つの典型的な利用シーンが想定されるが、ここでは、図 3.4-1 に示すような、不要放射への影響が大きい後者の場合によるシミュレーションを実施した。
- ・ 3 台の送電装置の配列方向と同じ直線上にある 100m 先での磁界強度の合算値を計算
- ・ 一つの送電装置当たりの受電装置 (AGV) は 2 台を仮定
したがって、各送電装置の WPT 動作時間率は 20%になる（一台の受電装置に対して 10%の 2 倍）。

アグリゲーション検討の結果を図 3.4-2 に示す。1,000 回試行時の不要放射のレベルのヒストグラムとその累積確率を示している。この結果から、出現頻度が上位 10%となる領域での不要放射の磁界強度が $32.30\text{dB}\mu\text{A/m}@100\text{m}$ 以上となる。一つの送電装置のみの場合の磁界強度が $24\text{dB}\mu\text{A/m}@100\text{m}$ であるので、10%の確率で 8.30dB 上昇するということになる。受電装置を 2 台仮定する場合、WPT システムとしての動作時間率は 0.8% ($=0.2\times 0.2\times 0.2$) になるので、先の 10%の確率は 0.08% に減少する。

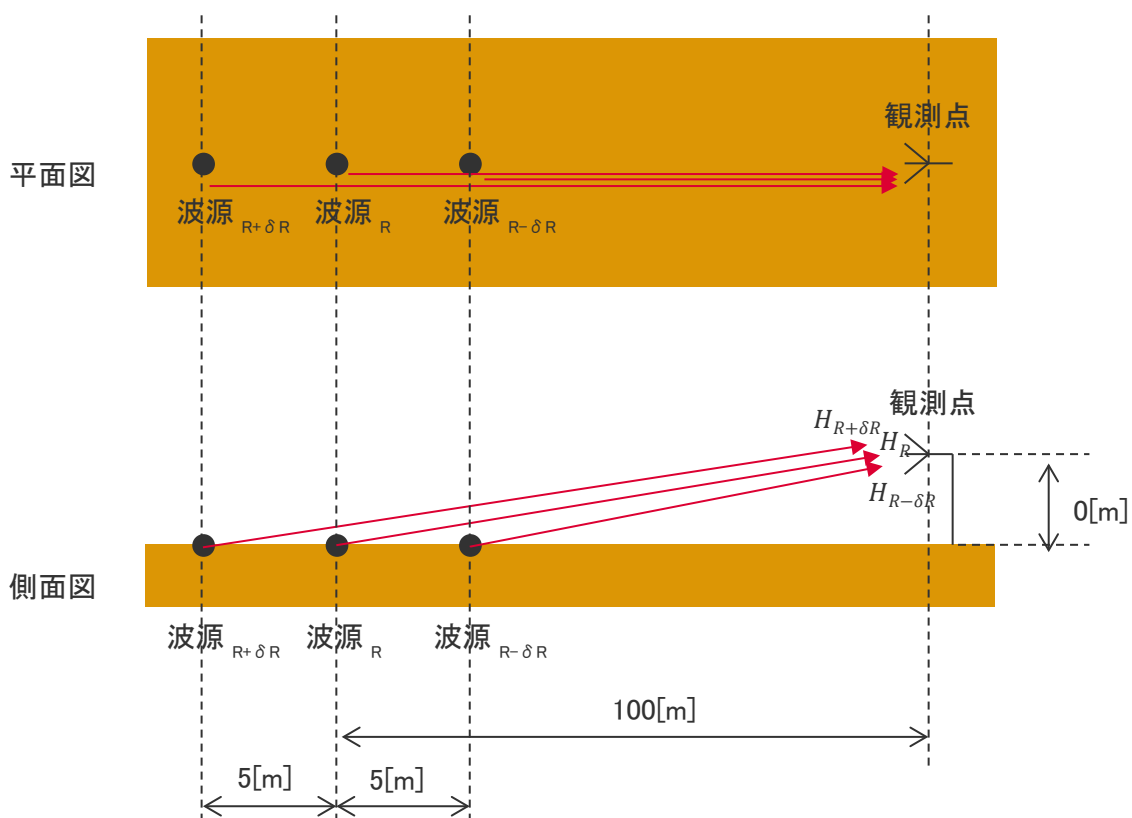


図 3.4-1 利用ケース①（最も典型的な複数台設置の例）におけるアグリゲーション検討モデル

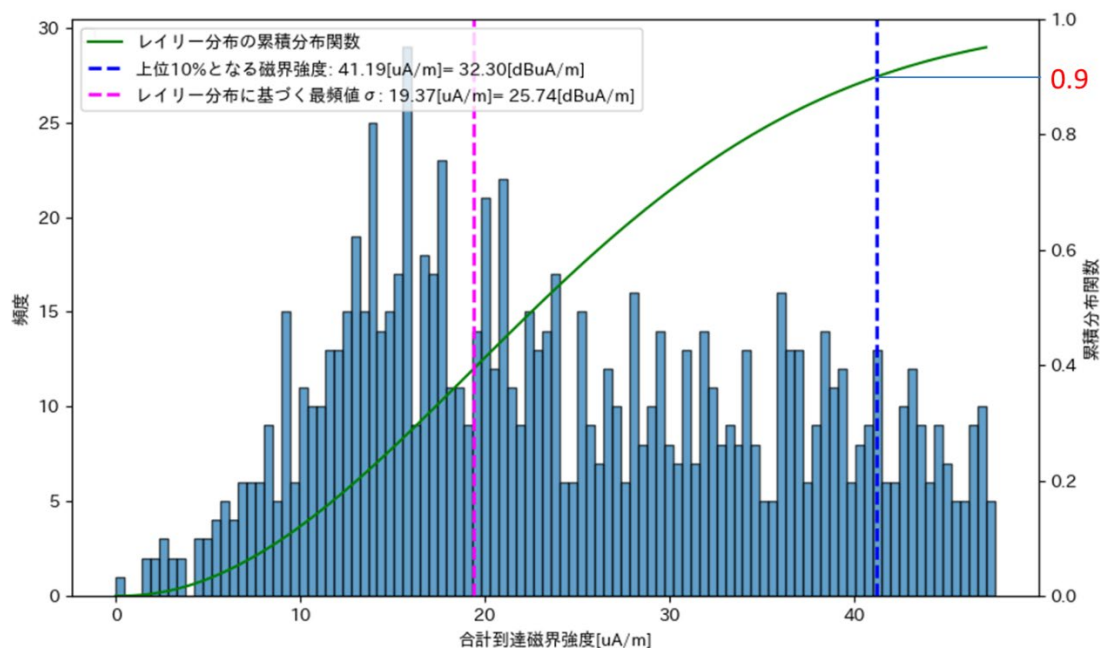


図 3.4-2 利用ケース①の場合のアグリゲーションによる影響の検討結果

利用ケース②

1kW クラスの送電装置を多数配置する利用ケースになる。以下の条件を仮定する。

- ・ 送電電力 1kW
- ・ 不要放射レベルは許容値相当 (4kW のものよりも 6dB 厳しい 38dB $\mu A/m@10m$)
- ・ 100m の円周上に 5m 間隔で 20 台の送電装置 (#1~20) を配置 (図 3.4-3)
- ・ 図 3.4-3 に示すように、円の中心から 100m 先での磁界強度の合算値を計算
- ・ 小型の受電装置を利用することから、一つの送電装置当たりの受電装置 (AGV) は 3 台を仮定
- ・ 各送電装置の動作時間率は 30% (一つの受電装置当たり 10%の 3 倍)

アグリゲーション検討の結果を図 3.4-4 に示す。1,000 回試行時の不要放射のレベルのヒストグラムとその累積確率を示している。この結果から、出現頻度が上位 10%となる領域での不要放射の磁界強度が 34.54dB $\mu A/m@100m$ 以上となる。1kW クラスの一つの WPT 送電装置のみの場合の磁界強度が 18dB $\mu A/m@100m$ であるので、10%の確率で 16.54dB 上昇するということになる。しかし、4kW クラスの場合の磁界強度が 24dB $\mu A/m@100m$ であることを基準に考えられると、10%の確率で 10.54dB 上昇するということになる。なお、ここでは、WPT 送電装置を 20 台仮定している。20 台の WPT 送電装置が同時に動作する時間率はほぼ 0 になることから、より安全サイドの時間率を算出するため、10 台以上が同時に動作する時間率を計算した。具体的には、20 台の WPT 送電装置の ON/OFF の全組み合わせより、10 台以上 ON する組み合わせを抽出し、その時間率の合計を算出した。その結果の時間率は 4.8%にな

る。したがって、先の時間率 10%は、この 4.8%を乗算することにより 0.48%になる。

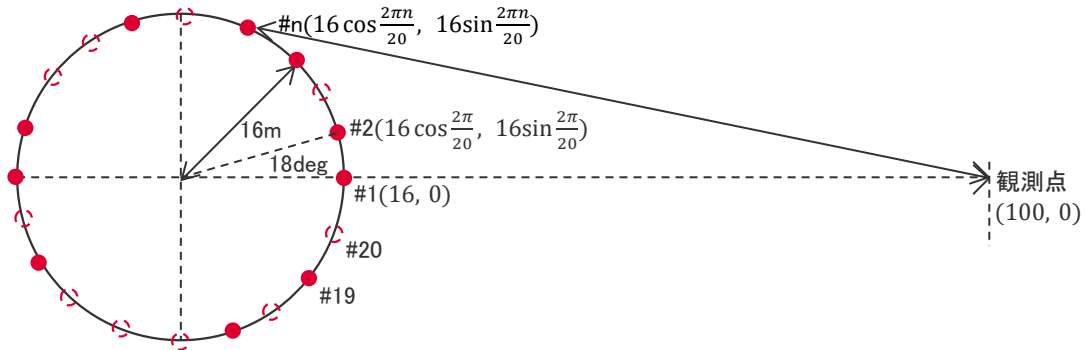


図 3.4-3 利用ケース②（1kW 送電時の典型的な複数台設置の例）におけるアグリゲーション検討モデル

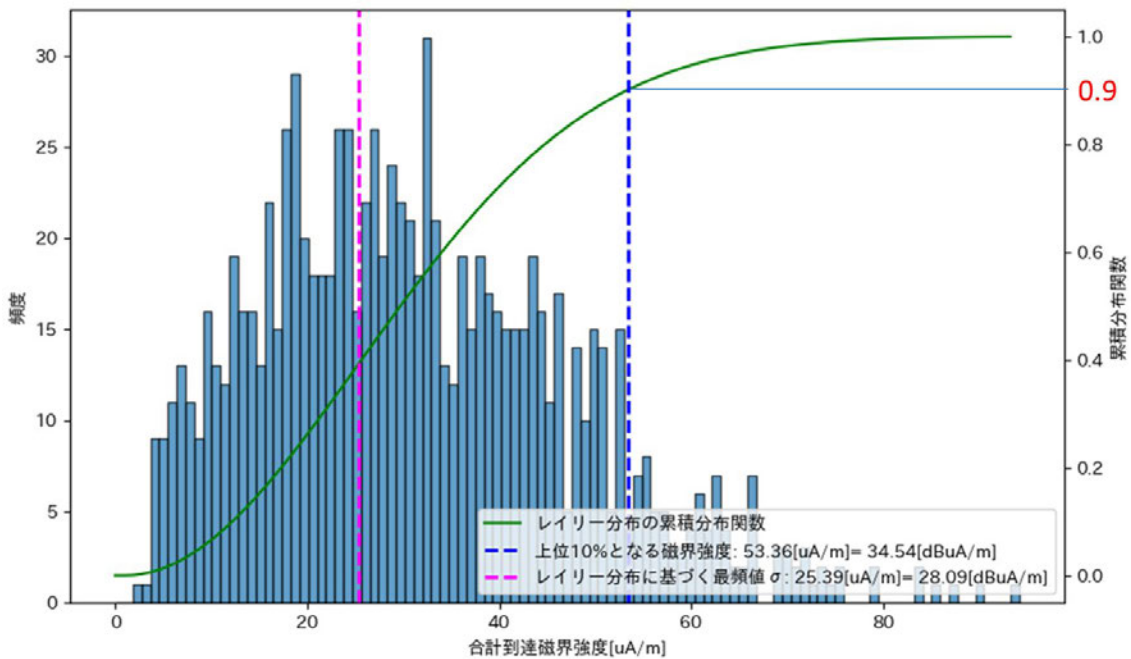


図 3.4-4 利用ケース②の場合のアグリゲーションによる影響の検討結果

3.4.5 アグリゲーションの検討結果のまとめと考察

各利用ケースにおけるアグリゲーション検討結果を表 3.4-1 にまとめる。「3.4.3 アグリゲーション検討における基本的な考え方」に示した最悪条件の元での検討結果として、全ての利用ケースにおいて、放射妨害波の強度が 10dB 以上上昇する確率が 1%以下という結果になった。現実的には表 3.4-2 に示すような緩和要素があるため、最悪条件下における 10dB の上昇は実際にはかなり小さくなると思われる。

以上の検討結果から、アグリゲーションによる不要放射レベルの上昇はほぼ無いと考え

られる。

表 3. 4-1 各利用ケースにおける最悪条件下に動作時間率を考慮した検討結果

	送電電力	許容値	送電装置数	一つの送電装置当たりの受電装置数	最悪条件下で10%の発生確率での不要放射の劣化量	動作時間率を考慮した発生確率
利用ケース①	4kW	44dB μ A/m	3	2	8.30 dB	0.08%
利用ケース②	1kW	38dB μ A/m	20	3	10.54 dB	0.48%

表 3. 4-2 アグリゲーションによる放射妨害波強度の上昇に対する緩和要素

	最悪時の条件	現実的な利用条件など	現実条件下での緩和要素
仮定 1	(4kW 送電時) 想定する許容値 (44 dB μ A/m@10m) で計算	(4kW 送電時) 実測データでは不要放射の磁界強度は 38 dB μ A/m@10m 以下 (測定データ提供済)	実際の装置では不要放射レベルが低くなる可能性あり
仮定 2	WPT 装置は同一周波数で稼働	WPT 機器の周波数は固定であるが、製造における偏差がある。そのため、厳密には周波数は一致しない。	WPT 機器の周波数偏差と影響を受ける無線システムの受信機性能によっては影響を緩和できる可能性あり
仮定 3	WPT 装置からの不要放射の磁界強度は距離に反比例 (遠方界になる場合の距離減衰)	遠方界ぎりぎりの領域であり、距離 r による磁界強度の距離減衰は 1/r よりも大きくなる可能性あり。	距離減衰が 1/r よりも大きい場合には影響を緩和できる可能性あり
仮定 4	WPT 装置からの不要放射方向の特性 (指向特性) については、全ての WPT 装置からの最大の不要放射方向が合致	放射角度方向により 10dB 程度の変動はある (測定データ提供済)。最大放射方向が重なる確率は少ない。	放射方向による磁界強度の変化を考慮して 3dB 程度緩和できる可能性あり
仮定 5	WPT 装置からの不要放射の磁界成分 (例えば、x、y、z 方向成分) については、全て WPT 装置からの最大の磁界成分で合算	磁界成分により 10dB 程度変化する (測定データ提供済)。ただし、垂直成分と水平成分の変化は数 dB 程度。	(垂直成分と水平成分の変化が小さいので考慮せず)

第4章 許容値及び測定法

4.1 許容値

4.1.1 許容値設定に当たっての考え方

作業班で検討対象とした 6.7MHz 帯電界結合型 WPT に対する許容値の検討に当たっては、「3.1 共用検討の方法」の「3.1.4 与干渉レベル（放射妨害波）の目標値の設定」で示した目標値により共用検討を行った結果、共用に対して大きな問題がないことから、この目標値により許容値を設定することとする。しかし、「3.4 アグリゲーションによる影響評価」において、1kW クラスの送電装置が複数台設置されることが想定され、動作周波数である 6.7MHz 帯においてアグリゲーションによる放射妨害波のレベルの上昇が懸念されることから、送電電力値により許容値を厳しくすることとする。具体的には、以下の 4.1.2 に示す。

4.1.2 検討対象としたシステムに対する電磁妨害波の許容値

① 利用周波数及び高周波出力

利用周波数： 6.765MHz～6.795MHz

高周波出力： 定格値 1kW 超～4kW 以下 又は 定格値 1kW 以下

② 電源端子における妨害波電圧の最大許容値

高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 4.1-1 電源端子における妨害波電圧の許容値

周波数帯 (無線通信規則に規定する我が国で使用することが認められている産業科学医療用の周波数(以下「ISM用周波数」という。)に係る部分を除く)	許容値 (1 μ V を 0dB とする。)	
	準尖頭値	平均値
150kHz～500kHz	100dB	90dB
500kHz～5MHz	86dB	76dB
5MHz～30MHz	90～73dB ※	80～60dB ※

※ 周波数の対数に対して直線的に減少した値

③ 距離 10m における利用周波数による発射による磁界強度の最大許容値

高周波出力が 1kW 超～4kW 以下の場合には、電波法施行規則第 46 条の 2 の第 1 項第 9 号

(2)に規定されている放射妨害波の許容値とする。ただし、高周波出力が1kW以下の場合には、1kW超～4kW以下の許容値より6dB減ずる。したがって、以下のとおりとする。

高周波出力定格値 1kW超～4kW以下の場合：

6.765MHz～6.776MHzにおいては 44dB μ A/m (距離10m)

6.776MHz～6.795MHzにおいては 64dB μ A/m (距離10m)

高周波出力定格値 1kW以下の場合：

6.765MHz～6.776MHzにおいては 38dB μ A/m (距離10m)

6.776MHz～6.795MHzにおいては 58dB μ A/m (距離10m)

④ 距離10mにおける不要発射による磁界強度の最大許容値

高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第65条第1項第3号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 4.1-2 不要発射による磁界強度の許容値

周波数帯 (ISM用周波数に係る部分を除く)	許容値 (1 μ A/mを0dBとする。)
	準尖頭値
10kHz～150kHz	48.5dB
150kHz～490kHz	57.5dB
490kHz～1705kHz	47.5dB
1705kHz～2194kHz	52.5dB
2194kHz～3.95MHz	43.5dB
3.95MHz～20MHz	18.5dB
20MHz～30MHz	8.5dB

⑤ 距離10mにおける不要発射による電界強度の最大許容値

高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第65条第1項第3号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 4.1-3 不要発射による電界強度の許容値

周波数帯 (ISM用周波数に係る部分を除く)	許容値 (1 μ V/mを0dBとする。)
	準尖頭値
30MHz～47MHz	68dB
47MHz～68MHz	50dB
68MHz～80.872MHz	63dB
80.872MHz～81.848MHz	78dB
81.848MHz～87MHz	63dB
87MHz～134.786MHz	60dB
134.786MHz～136.414MHz	70dB
136.414MHz～156MHz	60dB
156MHz～174MHz	74dB
174MHz～188.7MHz	50dB
188.7MHz～190.979MHz	60dB
190.979MHz～230MHz	50dB
230MHz～400MHz	60dB
400MHz～470MHz	63dB
470MHz～1000MHz	60dB

4.2 測定法

4.2.1 測定法設定に当たっての考え方

6.7MHz帯電界結合型WPTの測定法の設定に当たり、前回、省令改正された総務省告示第69号(平成28年3月15日)での電気自動車用非接触電力伝送装置へ適用された測定法を基本的に用いることとし、CISPRにおける最新の測定条件等を考慮するものとする。

また、高周波利用設備の型式指定としての制度化の範囲は送電部のみと考えられるが、型式申請に必要な測定については、不要妨害波が最悪となる条件で行う。具体的に、以下の測定条件について考慮する。

- ・ 最低限必要な受電部構成(受電部を搭載する筐体サイズなども含む)

- ・ 送電電極（レール）と受電電極の位置関係
- ・ 放射妨害波については最悪となる角度方向
- ・ 受電部の負荷状態

これらの点を考慮した測定条件等について、以下に説明する。

4.2.1.1 測定における WPT システム構成

図 4.2-1 に測定時における 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の構成例を示す。制度化対象となる送電装置については、赤枠で囲まれた AC/DC 変換器、DC/RF 変換器、送電電極を含む構成となる。ただし、下側に示す AC/DC 変換器のみ外付けにするような構成も考えられる。受電装置については、供試装置が確定している場合はそれを用いる。しかし、供試装置が確定していない場合には、受電電極、RF/DC 変換器、電池/模擬負荷とする。

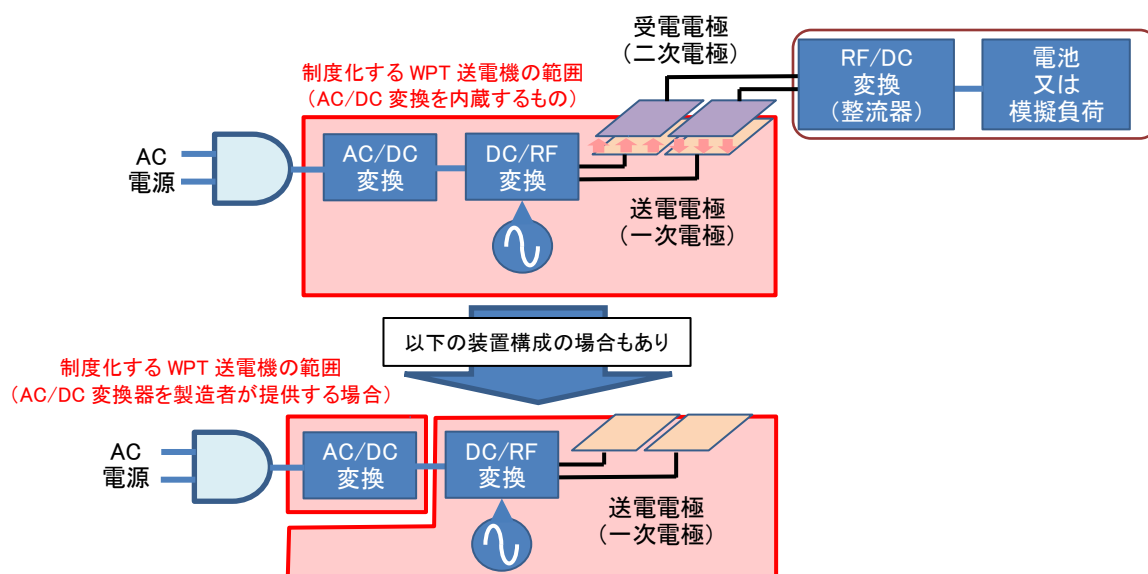


図 4.2-1 測定時の 6.78MHz 帯電界結合型 WPT の構成

4.2.1.2 測定条件

放射妨害波、伝導妨害波の測定は、「WPT として動作する条件下で」行う。例えば、送電側電極と受電側電極が大きくずれた場合には電力伝送効率が劣化するために送電は行わないので、許容できるずれの範囲内において安全に電力伝送を行う条件で測定を行う。また、不要妨害波が最悪となる以下の条件を考慮して測定を行う。

- ① 負荷条件（※）に関わらず最大電力伝送時で測定：AGV などに利用する大電力 WPT においては、受電回路のバッテリー側には、電圧変動への対応などのため DC-DC、BMS（バッテリーマネジメントシステム）が装備されている（図 4.2-2 に構成例を示す）。この構成により、バッテリーの充電状態が違っていても、受電回路（整流回路）から負荷側への電氣的負荷変動は発生しない。また、測定により、バッテリーの充電

状態変化による不要放射の変動は少なく、伝送電力が最大となる場合に、不要妨害波が最大（最悪）になることを確認している。

（※）負荷条件については、充電池の充電状態、受電装置の位置などの状態により、受電装置側の負荷が変化することを想定。

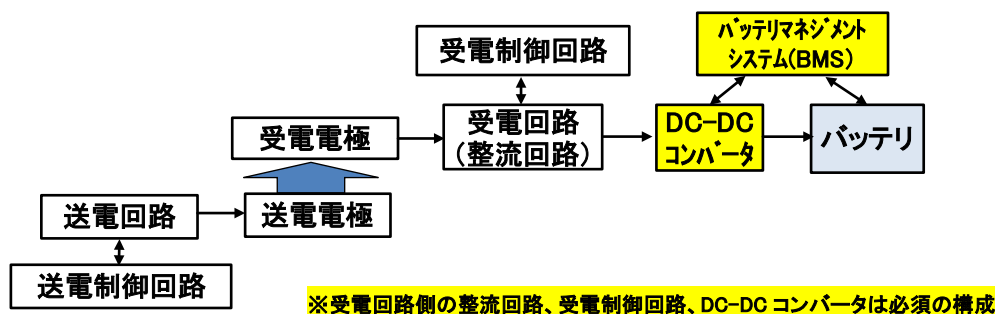


図 4.2-2 受電装置側の構成例

- ② 位置ずれ（横ずれ）は、運用する範囲内で測定する。
- ③ 放射妨害波に関しては、送電電極に対する受電電極位置、放射方向について最悪条件で測定：「3.1 共用検討の方法」の「3.1.5 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の放射妨害波の測定データ」に示したように、放射妨害波のレベルは、送電電極に対する受電装置位置により変化すること（電源側に近い方が不要放射が大きい傾向がある）、指向特性があること、磁界の水平方向成分（X、Y成分）と垂直成分（Z成分）による差があることなどから、これらの点を考慮して最悪レベルを測定する必要がある。特に、供試装置を回転台の上に置いて、放射の角度方向を変化させることにより、利用周波数帯及び不要発射の周波数帯における最悪レベルを把握する必要がある。
- ④ 送電電極及び受電電極の位置関係、サイズ等について、測定の際には、ある程度限定する必要がある。その参考例として、図 4.2-3 に送電電極及び受電電極の一例を示す。これまでの測定結果を考慮して、不要放射を許容値以内に抑えるために、以下の条件を考慮する必要があると考える。

- ・ 送電電極側線路長 $\leq 5,000\text{mm}$
- ・ 送電電極側線路幅（外側） $\leq 800\text{mm}$

なお、送電電極側電極幅、受電電極長、受電電極間隔（外側及び内側）、受電電極幅については、不要放射の抑圧という観点では規定する必要は無いと考える。しかし、今後、製品規格としての標準化を行う段階ではある程度規定を行う必要があると考える。

また、受電電極側については、受電電極を実装する供試装置が確定している場合はそれを用いるが、供試装置が確定していない場合は供試装置の筐体に代わる金属板に受電電極、RF/DC 変換器、電池/模擬負荷を搭載したものでも代用すること

を可とする。このとき、金属板サイズは、「受電電極長×（受電電極幅×2+受電電極間隔（内側））以上」かつ「900mm 以下×900mm 以下」とする。その理由としては、金属板が受電電極の大きさより著しく小さい場合には漏えい電磁界が減少する場合があります、金属板のサイズ上限と併せて下限を規定する必要があるからである。また、絶縁支持台高さは、電気自動車用非接触電力伝送装置における測定法を参考にし、150mm 以下とする。

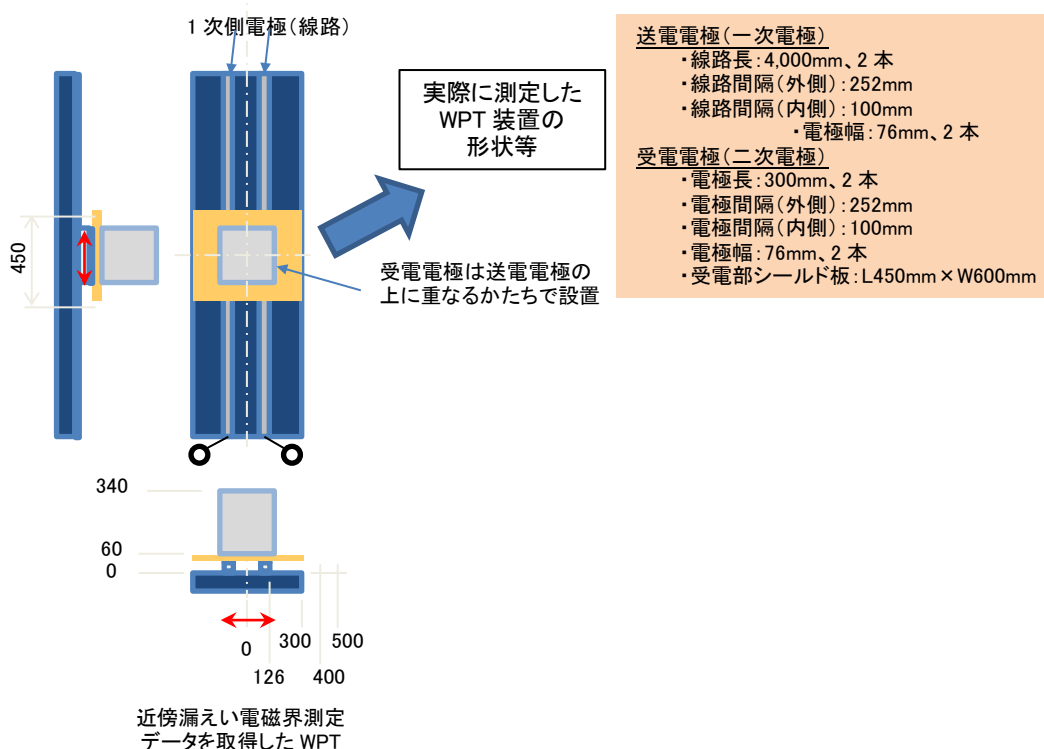


図 4. 2-3 送電電極及び受電電極の一例

4. 2. 2 伝導妨害波の測定法

伝導妨害波の測定方法を図 4. 2-4 に示す。総務省告示第 69 号（平成 28 年 3 月 15 日）の電気自動車用非接触電力伝送装置の測定法を踏襲している。比較的大型の WPT 装置に対応する測定法であり、測定が 150kHz 以下も想定している（150kHz 以下の許容値も設定）。次に示す放射妨害波の測定時も含め、高周波電源も含めた供試装置を回転台の上に乗せ、基準大地面との間に 15cm 以下の絶縁支持台を挟む。

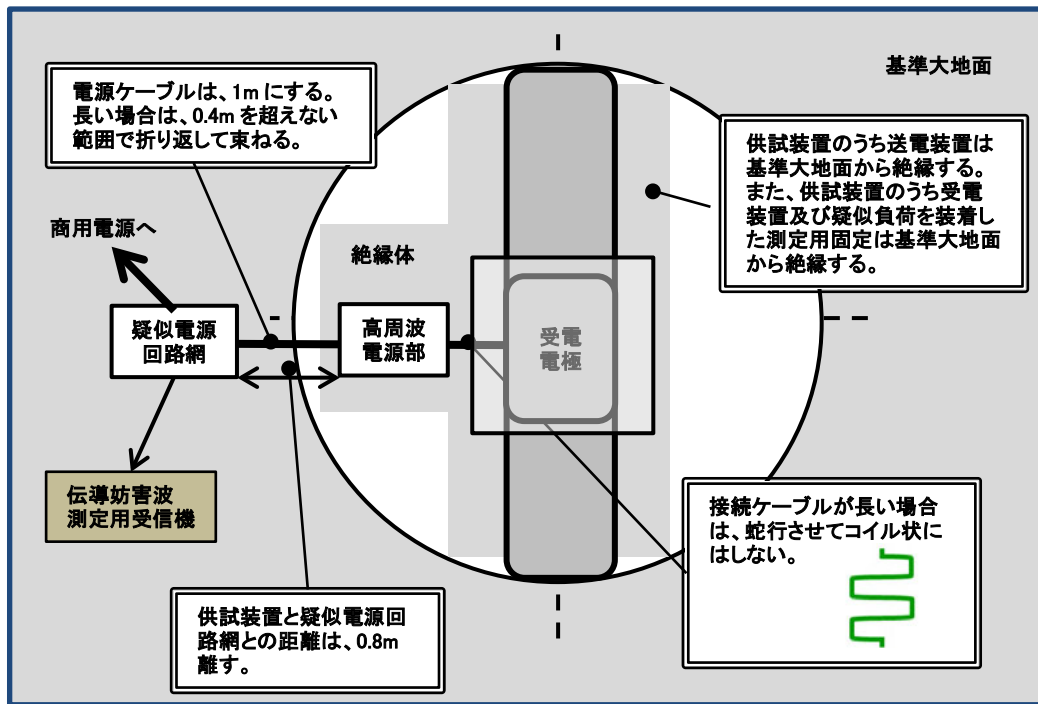


図 4.2-4 伝導妨害波の測定方法

4.2.3 放射妨害波の測定法

放射妨害波の測定方法を図 4.2-5 及び 6 に示す。伝導妨害波と同様に、総務省告示第 69 号（平成 28 年 3 月 15 日）の電気自動車用非接触電力伝送装置の測定法を踏襲している。当該測定法からの変更点としては、図 4.2-5 に示す磁界の測定の際に、垂直成分の測定も追加した。

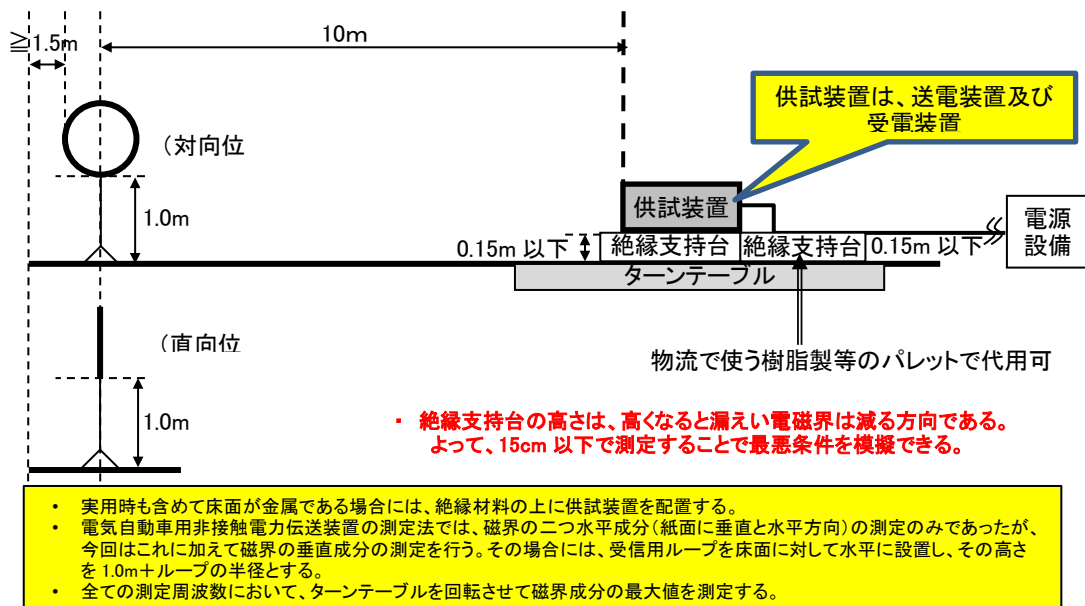
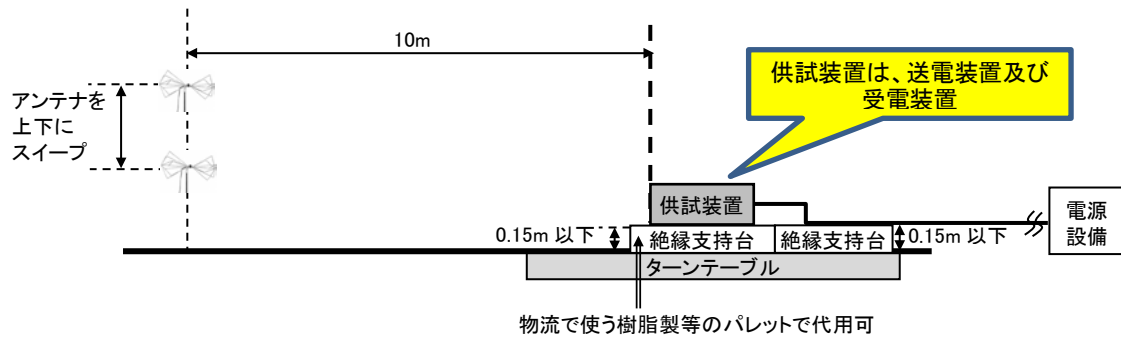


図 4.2-5 放射妨害波（磁界成分、10kHz～30MHz）の測定方法



- ・ 絶縁支持台の高さは、高くなると漏えい電磁界は減る方向である。よって、15cm 以下で測定することで最悪条件を模擬できる。

- ・ 実用時も含めて床面が金属である場合には、絶縁材料の上に供試装置を配置する。
- ・ 全ての測定周波数において、ターンテーブルを回転及び受信アンテナを上下させて電界成分の最大値を測定する。

図 4.2-6 放射妨害波（電界成分、30MHz～1GHz）の測定方法

第5章 電波防護指針への適合性

5.1 電波防護指針等への適合確認について

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「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」のうち「電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」(平成27年7月17日)に関する電波利用環境委員会報告 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000369518.pdf) で明確化された WPT システムの電波防護指針への適合性確認を行うための評価方法に則り評価を行うこととする。具体的には、6.7MHz 帯電界結合型 WPT は、同報告の家電機器用 WPT システム③と技術方式が同じ電界結合型 WPT であり、刺激と熱作用の両方を考慮すべきであることから、「5.2.5.4 家電機器用 WPT システム③」に記載されたパターン① (表 5.1-1) を適用する。

表 5.1-1 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の電波防護指針への適合性確認を行うための評価方法

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
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
	体内誘導電界強度				局所吸収指針
	接触電流			接触電流に関する補助指針 ※2	接触電流に関する補助指針 ※3
				※2：接地金属体を用いた接触電流評価のみ実施	※3：接地金属体及び非接地金属体を用いた接触電流評価を実施
	足首誘導電流				
	外部電界		電磁界強度指針表3(b)※1	電磁界強度指針表3(b)※1	
			※1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可	※1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可	
外部磁界		電磁界強度指針表3(a)及び電磁界強度指針表3(b)及び接触電流に関する補助指針から算出される磁界強度(式5.2-2)※1	電磁界強度指針表3(a)及び電磁界強度指針表3(b)※1		
		※1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可	※1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可		

5.2 適用すべき指針値

表 5.1-1 に示すように、パターン①による評価を行う際には、電波防護指針（情報通信審議会答申 諮問第 2035 号「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域（10kHz 以上 10MHz 以下）における電波防護指針の在り方」（平成 27 年 3 月 12 日）
<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide2035.pdf>）における電磁界強度指針表 2（管理環境における指針値）及び表 3（一般環境における指針値）を用いる（本報告では表 5.2-1～4 となる）。

表 5.2-1 管理環境における電磁界強度指針値（表 2(a)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	614	4.9f (MHz) ⁻¹ (49-1.63)	
3MHz - 30MHz	1,842f (MHz) ⁻¹ (614-61.4)	4.9f (MHz) ⁻¹ (1.63-0.163)	
30MHz - 300MHz	61.4	0.163	1
300MHz - 1.5GHz	3.54f (MHz) ^{1/2} (61.4-137)	f (MHz) ^{1/2} /106 (0.163-0.365)	f (MHz)/300 (1-5)
1.5GHz - 300GHz	137	0.365	5

表 5.2-2 管理環境における電磁界強度指針値（表 2(b)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E (kV/m)	磁界強度の実効値 H (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz - 10MHz	1.7 × 10 ⁻¹	80	1 × 10 ⁻⁴

表 5.2-3 一般環境における電磁界強度指針値（表 3(a)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	275	2.18f (MHz) ⁻¹ (21.8-0.728)	
3MHz - 30MHz	824f (MHz) ⁻¹ (275-27.5)	2.18f (MHz) ⁻¹ (0.728-0.0728)	

30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	0.2
300MHz - 1.5GHz	$1.585f \text{ (MHz)}^{1/2}$ (27.5 - 61.4)	$f \text{ (MHz)}^{1/2} / 237.8$ (0.0728 - 0.163)	$f \text{ (MHz)} / 1500$ (0.2 - 1)
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1

表 5.2-4 一般環境における電磁界強度指針値 (表 3(b)に記載の内容)

周波数 f	電界強度の実効値 (kV/m)	磁界強度の実効値 (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz - 10MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

なお、評価に用いる電波防護指針の特徴として、以下の点について留意する必要がある。

- ・ 刺激作用に基づく指針値 (瞬時) : 周波数範囲 10kHz~10MHz
- ・ 熱作用に基づく指針値 (平均時間 6 分間) : 100kHz 以上

図 5.2-1 及び 2 に、各々電界及び磁界に関する電磁界強度指針値のグラフを示す (一般環境における指針値)。ここで、刺激作用、熱作用、接触電流に基づく指針値を示している。

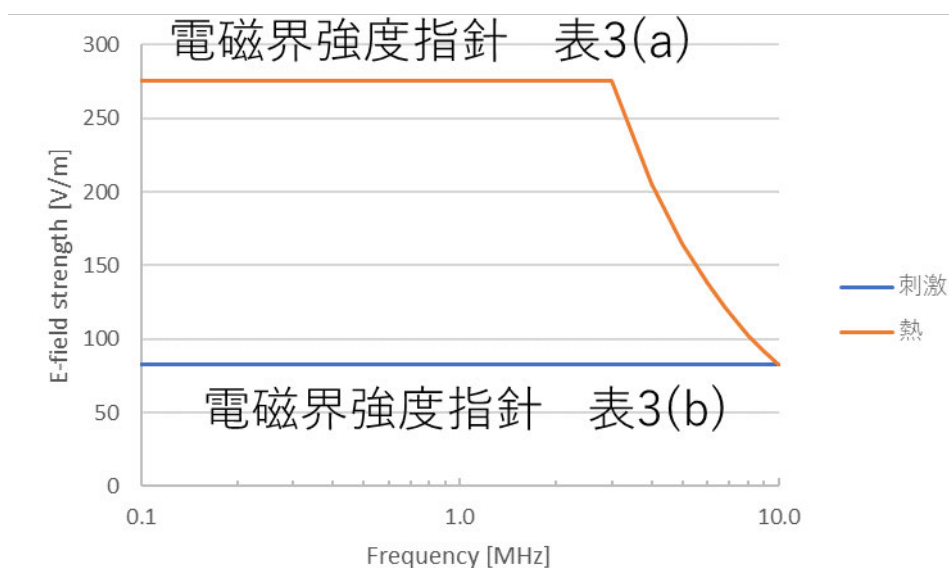


図 5.2-1 電磁界強度指針値 (電界)

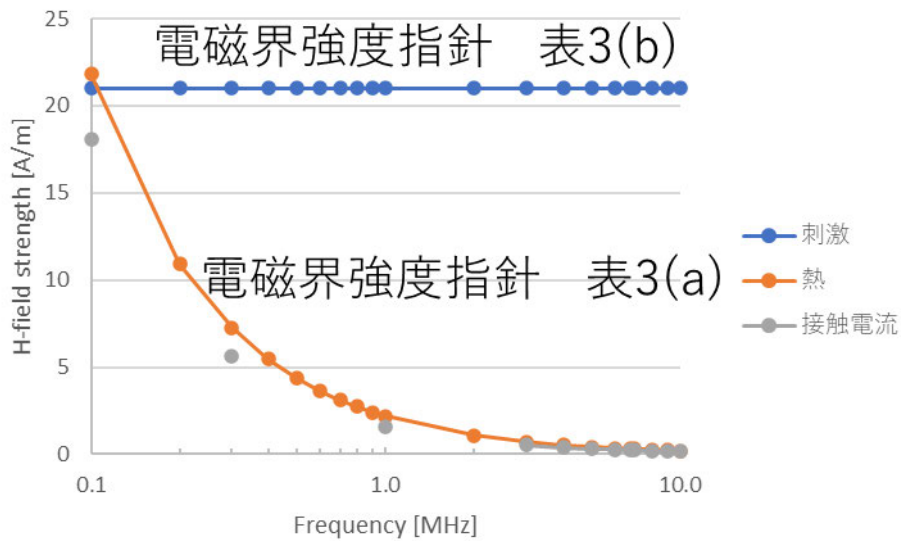


図 5.2-2 電磁界強度指針値 (磁界)

以上の指針値より、6.7MHz 帯に関する指針値は以下のとおりである。

受電装置の端から 20cm で (送電時に 20cm 以内には人体は入らない条件において)、

(1) 電界 (刺激作用に関する表 2(b)及び 3(b) 瞬時値)

[一般環境] 指針値 83V/m、[管理環境] 指針値 170V/m

(2) 磁界

(熱作用 表 2(a)及び 3(a) 6 分間平均値)

[一般環境]指針値 322mA/m [管理環境]指針値 722mA/m

(刺激作用 表 2(b)及び 3(b) 瞬時値)

[一般環境]指針値 21A/m [管理環境]指針値 80A/m

(3) 接触電流に関する磁界

電波防護指針における式 5.2-2 から 200mA/m

ここで、電界の方が刺激作用に関する指針値のみで、磁界の方が刺激作用と熱作用の二つの指針値を考慮している理由は以下のとおりである。

- ・ 電界について、刺激作用より熱作用の指針値が高く、刺激作用の指針値以下であれば熱作用の指針値を越えないことは明らかであるため。
- ・ 磁界については、熱作用の指針値が低い、6 分間の時間平均値であり、一瞬でも磁界強度の指針値を超える可能性があることから両方を確認する必要があるため。

5.3 適合性確認のための評価方法

6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用における電波防護指針の適合性確認のための前提条件は以下のとおりである。

- ・ 工場や管理施設など管理環境においてのみ利用する（原則として電波防護指針における管理環境での指針値を適用する）。
- ・ 送電電極（レール）の長さは、長手方向 5m 以内とする。
- ・ 受電電極の形状・サイズは限定しない。
- ・ 送電装置及び受電装置に人が近づいた場合には送電は行わない。送電停止に必要な送電装置及び受電装置と人の距離並びに人の検知方法は各製造者の設計による。

電波ばく露評価のための測定方法としては以下の点に留意する。

- ・ 送電時に、送受電装置を中心に水平面内、垂直面内における電磁界強度を測定する。特に、電磁界強度が高いと予想されるエリアを測定する。例えば、水平面内については送受電装置を中心に、床面からある高さにおける、送電電極（レール）に平行及び直交方向に、垂直面内については、送受電装置を中心に垂直方向に測定を行う。
- ・ 送電時に、人が最も近づくエリアにおいて、電磁界強度指針値以下であることを確認する。

5.4 適合性確認のための評価例とその結果

電波防護指針への適合性の確認のために測定を行った例を以下に示す。

図 5.4-1 に送電装置の送電電極と受電装置の関係を示す。ここで、5m の送電電極の上において、典型的な 3 か所に受電装置がある場合（送電装置上にある受電装置はただ一台であり、その受電装置が図の 3 か所いずれかに配置された場合）の測定を実施した。受電装置の外枠の大きさは 600mm×600mm であり、受電電極は装置中央に配置している。また、実運用時には、送電電極上及び装置外枠から 200mm 以内に人が入った場合には送電しないよう設定している。測定装置の諸元については、図 5.4-2 に示すとおりであり、500W の送電電力で測定を行い、4kW 送電時に換算した結果を示している。A、B、C の各受電装置の位置に対しての、送電電極の中心から紙面の横方向へ距離を離れた場合の電界、磁界の強度を図 5.4-2 に示している。この近傍漏えい電磁界の測定に対しては、床面からの高さ H=100mm において測定を実施しているが、距離 0mm での測定のみ高さ H=400mm に設定している。なお、グラフには、距離 0～500mm における電磁界強度を示しているが、距離 500mm は受電装置の端から 200mm の距離になり、この距離 0～500mm の間には人体は存在しない（又は、人体をこの位置に検出した場合には送電を停止する）。したがって、電波防護指針への適合性の評価を行う際には、距離 500mm における電磁界強度で評価を行うことになる。

以上の測定結果は次のようにまとめられる。

- ・ 電界（刺激作用）に関して、一般環境の指針値 83 V/m 及び管理環境の指針値 170 V/m に対して、実測値は 67.9V/m 以下（4kW 換算でのピーク値）であった。
- ・ 磁界（熱作用）に関して、一般環境の指針値 322 mA/m 及び管理環境の指針値 722 mA/m、磁界（刺激作用）に関して、一般環境の指針値 21A/m 及び管理環境の指針値 80A/m に対

して、実測値は 56.6mA/m 以下（4kW 換算でのピーク値）であった。

- ・ 接触電流に関する磁界に関して、式 5.2-2 から求まる 200mA/m と比較して、実測値は 56.6mA/m 以下であることから、接触電流の測定は不要である。

以上から、本 WPT システムは管理環境下で利用することを考えると、電波防護指針への適合性を確認できる。

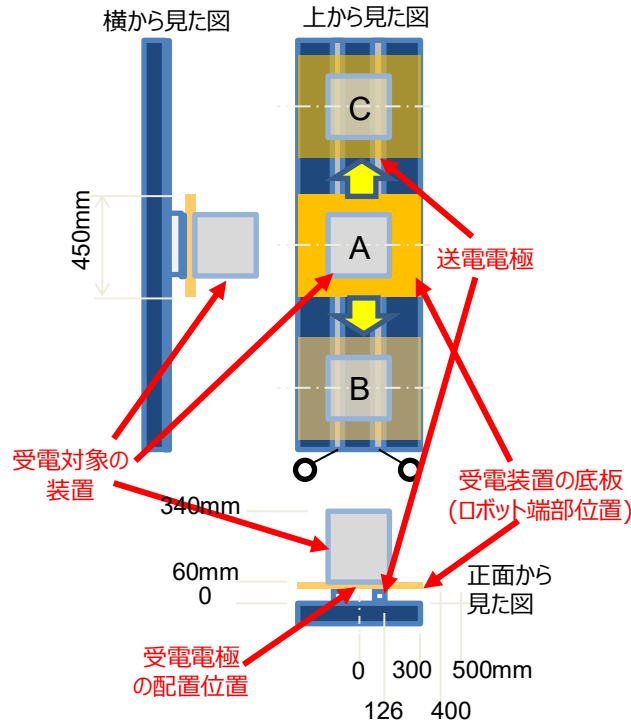


図 5.4-1 電波防護指針への適合性確認のために行った測定装置の構成

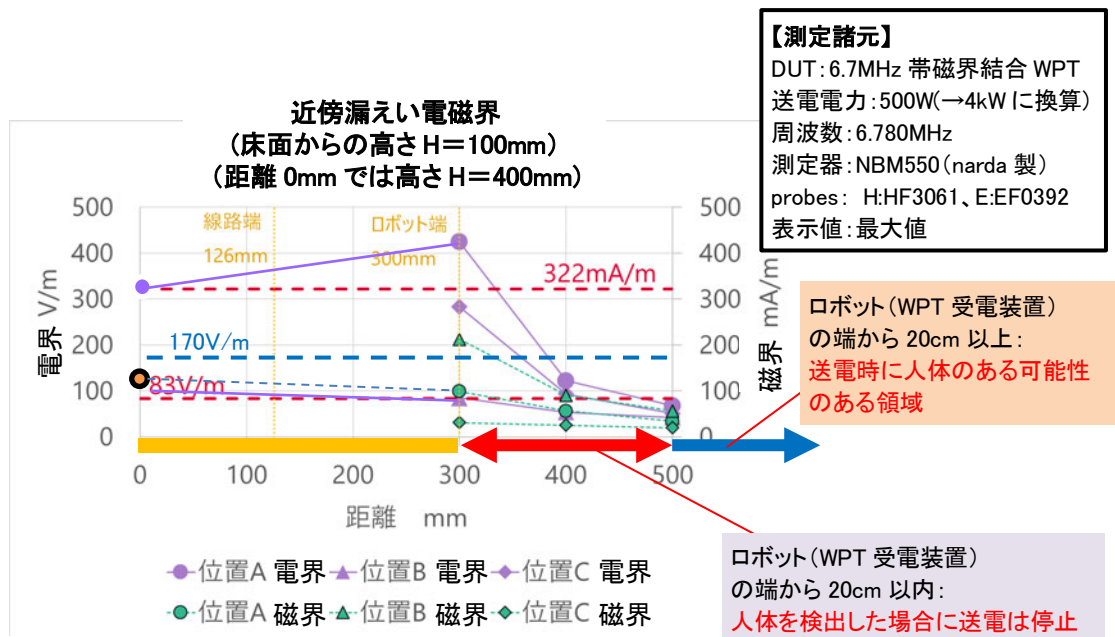


図 5.4-2 電波防護指針への適合性確認のために行った測定結果

5.5 安全装置のあり方

電磁波源が電磁環境の源であることから、電磁波源側で人体を電磁界から保護する対策を講ずる必要がある。対策の構成としては、以下に示すように、電磁波源等をハード面及びソフト面の二つの側面から捉え、その対策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。
- ・ 受電装置が存在しない場合に送電を開始しない。
- ・ 電力伝送時に受電装置の近傍（装置の端から 200mm 以内）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)

- ・ WPT 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。

5.6 留意事項

- (1) 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) 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定される可能性があることにも留意する必要がある。
- (3) 本技術的条件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、利用者が電磁波源に近接して使用するケースが多いことに鑑み、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。

第6章 検討結果と今後の検討課題

6.1 検討結果

6.7MHz 帯電界結合型 WPT について、これまで検討を進めてきた結果、実用化に向けた技術的条件を別添のとおり取りまとめた。

6.2 今後の検討課題

6.2.1 他の電子機器との相互干渉についての課題

WPT システムを利用する際に、受電側装置に搭載される他の電子機器との相互干渉（相互変調など）により不要妨害波が増えるのではという懸念が指摘されている。この相互干渉（相互変調）が発生するメカニズムとしては、無線装置内の電子回路にある非線形素子に複数の周波数の異なる比較的強い電流（電磁波）が入力した際に、その周波数の差又は和の整数倍の周波数成分を持つ不要波が発生するというものである。WPT システムの場合、送電装置又は受電装置に、高周波で動作する他の電子機器が付随する場合に、このような現象が起きる可能性はある。しかし、一方で、相互干渉による不要妨害波発生 of 物理的な要因については、まだ十分な検討が行われていない現状もある。

そこで、今回の検討対象である 6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用形態を考慮し、他の電子機器との相互干渉の影響についての検討を行った。以下のような結果・考察等が得られている。

- ・ 今回の検討対象である 6.7MHz 帯電界結合型 WPT において、受電装置側に、WPT として受電を行う整流器、DC-DC 変換器、バッテリーマネジメントシステムの他に、付随する電子機器として、AGV などの動作を制御するためのロボット制御部や運転用マイコン、モータ、無線通信機器として Wi-Fi や NFC などが搭載されることがある。
- ・ そこで、開発した 6.7MHz 帯電界結合型 WPT を用いて、WPT システムの ON/OFF とロボット制御部・無線通信部の ON/OFF 時の漏えい放射妨害波の測定を行った結果、漏えい放射妨害波のレベルに顕著な差は見られなかった。
- ・ 今回の検討対象の 6.7MHz 帯電界結合型 WPT において他の電子機器との相互干渉（相互変調）による不要放射は問題にしていなが、より安全な対策として、WPT 利用周波数と無線通信の周波数を離す、受電部は充電池に接続する（受電整流器から直接他の電子機器と接続しない）などの配慮（設計）を行うことにより、WPT 機器と他の電子機器との相互干渉（相互変調も含む）による不要放射の発生を未然に防ぐことが可能であると考える。
- ・ 業界団体としては、上記の対策は、製品規格としての標準規格化の中で明記する予定である。
- ・ さらに、他の電子機器を搭載する場合には、WPT 動作時においてもその機器に関連する EMC 規格（例えば CISPR-32 など）を遵守する必要がある。

ただし、将来的に、高周波で動作する高度な PC などを送電装置や受電装置に搭載するようになった場合に、相互干渉の懸念が問題になる可能性がある。システムとしての高度化・高機能化が行われる時期に、改めてこの問題について検討する必要があるとともに、それまでに相互干渉のメカニズムの特定や対策技術の確立などのための研究を進めていくことが重要である。

6.2.2 国際規格や標準化動向の把握と制度上の見直しの必要性

WPT システムについては、国際標準化機関等において、詳細な技術仕様や高度化に向けた検討が引き続き行われていることから、今後、これらの国際的な動向等を踏まえ、必要に応じて許容値及び測定法を見直すことが必要である。

加えて、WPT システムからの電磁界への人体ばく露量の評価方法についても、国際動向等を踏まえた評価方法等を見直しを適切に行うことが必要である。

6.2.3 植込み型医療機器への影響

WPT システムは、大きな電力を伝送する場合には周囲に大きな電磁界を発生させることがあるため、実用化にあたっては、ペースメーカー等の高度な埋め込み型医療機器への影響についても、十分に注意しつつ推進することが必要である。こうした影響については、WPT システムの製造業者など関係者によって、実用化前に技術的な検討が行われ、取扱説明書等に適切な取扱い方法が示されることが必要である。

6.2.4 ロボット用 WPT システムの更なる高度化や技術拡張

本報告の第 1 章及び第 2 章に記したとおり、ロボットへの WPT システムの適用は労働人口の減少への対応、脱炭素社会の実現といった社会改革に極めて有益であり、新たな成長産業として社会実装が普及していくと考えられる。このような動向を踏まえ、利用形態の拡大、周波数有効利用の高度化、更なる低価格化、他の WPT 技術の適用の可能性などについて検討も進めて行くことが重要と考えられる。

諮問第3号「国際無線障害特別委員会（C I S P R）の諸規格について」のうち
ち
「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」のうち
「6.7MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム
に関する技術的条件」

1 対象システム

1.1 6.7 MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム

(1) 6.7 MHz 帯の周波数を用いた電界結合型ワイヤレス電力伝送システム（以下「6.7MHz 帯電界結合型 WPT」という。）とは、1次側（送電側）電極と 2次側（受電側）電極の間の電磁気的な共振結合現象を用いたワイヤレス電力伝送システム（以下「WPT システム」という。）であって、ロボットや自動搬送車（AGV）等への無線による給電を目的とし、高周波出力の定格値が 1kW 超～4kW 以下、又は 1kW 以下（いずれもピーク時で定格値の 130 %未満）のものをいう。

(2) 電力伝送に用いる周波数は、6.765MHz - 6.795MHz を使用することが適当である。

2 電磁妨害波の許容値

2.1 高周波出力及び許容値

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。

2.1.1 電源端子における妨害波電圧の最大許容値

表 1 に示すとおり、高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 1 電源端子における妨害波電圧の許容値

周波数帯 (無線通信規則に規定する我が国で使用することが認められている産業科学医療用の周波数(以下「ISM 用周波数」という。)に係る部分を除く)	許容値 (1 μ V を 0dB とする。)	
	準尖頭値	平均値
150kHz～500kHz	100dB	90dB
500kHz～5MHz	86dB	76dB
5MHz～30MHz	90～73dB ※	80～60dB ※

※ 周波数の対数に対して直線的に減少した値

2.1.2 距離 10m における利用周波数による発射による磁界強度の最大許容値

高周波出力が 1kW 超～4kW 以下の場合には、電波法施行規則第 46 条の 2 の第 1 項第 9 号(2)に規定されている放射妨害波の許容値とする。ただし、高周波出力が 1kW 以下の場合に

は、1kW 超～4kW 以下の許容値より 6dB 減ずる。したがって、以下のとおりとする。

高周波出力定格値 1kW 超～4kW 以下の場合：

6.765MHz～6.776MHz においては 44dB μ A/m (距離 10m)

6.776MHz～6.795MHz においては 64dB μ A/m (距離 10m)

高周波出力定格値 1kW 以下の場合：

6.765MHz～6.776MHz においては 38dB μ A/m (距離 10m)

6.776MHz～6.795MHz においては 58dB μ A/m (距離 10m)

2.1.3 距離 10m における不要発射による磁界強度の最大許容値

表 2 に示すとおり、高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 2 不要発射による磁界強度の許容値

周波数帯 (ISM 用周波数に係る部分を除く)	許容値 (1 μ A/m を 0dB とする。)
	準尖頭値
10kHz～150kHz	48.5dB
150kHz～490kHz	57.5dB
490kHz～1705kHz	47.5dB
1705kHz～2194kHz	52.5dB
2194kHz～3.95MHz	43.5dB
3.95MHz～20MHz	18.5dB
20MHz～30MHz	8.5dB

2.1.4 距離 10m における不要発射による電界強度の最大許容値

表 3 に示すとおり、高周波利用設備の管理環境における放射妨害波許容値である無線設備規則第 65 条第 1 項第 3 号に基づく許容値とする。高周波出力に関わらず、この許容値とする。

表 3 不要発射による電界強度の許容値

周波数帯 (ISM用周波数に係る部分を除く)	許容値 (1 μ V/m を 0dB とする。)
	準尖頭値
30MHz～47MHz	68dB
47MHz～68MHz	50dB
68MHz～80.872MHz	63dB
80.872MHz～81.848MHz	78dB
81.848MHz～87MHz	63dB
87MHz～134.786MHz	60dB
134.786MHz～136.414MHz	70dB
136.414MHz～156MHz	60dB
156MHz～174MHz	74dB
174MHz～188.7MHz	50dB
188.7MHz～190.979MHz	60dB
190.979MHz～230MHz	50dB
230MHz～400MHz	60dB
400MHz～470MHz	63dB
470MHz～1000MHz	60dB

2.2 測定設備

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。

2.2.1 測定用受信機

準尖頭値測定用受信機は、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 第 1 部－第 1 編：無線妨害波及びイミュニティの測定装置 ー測定用受信機ー」(平成 28 年 10 月 12 日) の 4「周波数 9kHz から 1000MHz までの準尖頭値測定用受信機」又は関連する最新の CISPR 規格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、同答申の 6「周

波数 9kHz から 18GHz 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。

2.2.2 伝導妨害波測定設備

2.2.2.1 測定場

伝導妨害波の測定は、水平基準大地面又は垂直基準大地面を備える試験場で行う。

2.2.2.2 擬似電源回路網

擬似電源回路網 (AMN) は、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 補助装置 -伝導妨害波-」(令和 4 年 2 月 8 日) の 4.4「周波数範囲 150kHz から 30MHz までで使用する 50 Ω / 50 μ H V-AMN」に規定された特性を満足すること。また、6.7MHz 帯電界結合型 WPT に対応するため、十分な電流容量があることも留意すること。

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 150kHz から 30MHz の周波数範囲で十分遮断されていること。

2.2.3 放射妨害波測定設備

2.2.3.1 測定場

周波数 9kHz-30MHz の測定に使用する放射妨害波測定場は、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、医療用装置からの妨害波の許容値と測定法」(平成 25 年) (以下、「CISPR 11 答申」という。) の 8「試験場における測定に関する特別規定 (9kHz から 1GHz)」で規定された測定場の特性を満足すること。

周波数 30MHz-1000MHz の測定に使用する放射妨害波測定場は、CISPR 11 答申の 8 及び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 第 1 部-第 4 編: 無線妨害波及びイミュニティの測定装置 -放射妨害波測定用のアンテナと試験場-」(平成 28 年 10 月 12 日) (以下「CISPR 16-1-4 答申」という。) の 5「周波数 30MHz から 1000MHz までの無線妨害波測定用試験場」又は関連する最新の CISPR 規格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基準大地面を持つ 5 面電波暗室を利用する場合は、CISPR 16-1-4 答申の 5 又は関連する最新の CISPR 規格に規定された特性を満足すること。

2.2.3.2 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、CISPR 16-1-4 答申の 4「無線周波放

射妨害波測定用アンテナ」又は関連する最新の CISPR 規格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 30MHz-1000MHz の測定に使用するアンテナは、CISPR 16-1-4 答申の 4 のうち、4.5「30MHz から 1000MHz の周波数範囲」又は関連する最新の CISPR 規格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。

2.2.4 測定用治具

2.2.4.1 測定用負荷

実際の電池を用いること。なお、実際の電池に代えて、模擬負荷を用いてもよい。

2.2.4.2 測定用受電装置

供試装置（EUT：測定対象のワイヤレス電力伝送システム）が送電装置単体の場合には、当該送電装置に対応した受電装置（2次装置）と互換性のある測定用受電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。

2.2.4.3 測定用送電装置

供試装置が受電装置単体の場合には、当該受電装置に対応した送電装置（1次装置）と互換性のある測定用送電装置を用いて測定を行う。

測定用送電装置は、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。

2.3 供試装置

2.3.1 供試装置の構成と配置

供試装置は、電源、AC/DC 変換部、DC/RF 変換部、送電電極（一次側）部及び制御を行う部分から構成される送電装置及び受電電極（二次側）部、RF/DC 変換部（整流部）、電池又は模擬負荷、及び制御を行う部分から構成される受電装置で構成する。

供試装置は、床置きを送電装置と固定治具の下部に取りつけた受電装置、さらに電池を置換した模擬負荷があるため、全体の規模が大きくなる。これらを電波暗室のターンテーブル上に納めることは困難な場合がある。このような場合、あらかじめ想定される水平面内の最大放射方向で、10 m 離れた位置に測定用アンテナがくるように設置する。なお、送電装置が電源部と送電電極部とが分離してケーブルで接続される構成の場合、太いケーブルの処理を CISPR の基準通りに実行することは困難であるが、やむを得ないものとする。

なお、供試装置は、金属大地面に直接置くのではなく、絶縁性の薄い台に置くこととなるが、これを物流で使う樹脂製等のパレット（T11（1100×1100×144mm）等）にて代用し、作業効率を高めることができる。

2.3.2 供試装置の動作条件

供試装置の典型的な使用形態の範囲内で、以下の条件により、当該装置の構成と配置を変化することによって妨害波レベルを最大にすること。

- ① 負荷条件に関わらず最大電力伝送時で測定すること。
- ② 送電電極と受電電極の位置ずれ（横ずれ）については、運用する範囲内で測定すること。
- ③ 放射妨害波に関しては、送電電極に対する受電電極位置、放射方向について最悪条件で測定すること。

なお、受電電極側については、供試装置が確定していない場合は供試装置の筐体に代わる金属板に受電電極、RF/DC 変換器、電池/模擬負荷を搭載したのもでも代用することを可とする。ただし、このときの金属板サイズは、「受電電極長×（受電電極幅×2+受電電極間隔（内側））以上」かつ「900mm 以下×900mm 以下」とする。

2.4 測定法

2.4.1 伝導妨害波の測定法

図1に示す総務省告示第69号（平成28年3月15日）の電気自動車用非接触電力伝送装置の測定法を用いる。放射妨害波の測定時も含め、高周波電源も含めた供試装置を回転台の上に乗せ、基準大地面との間に15cm以下の絶縁支持台を挟む。

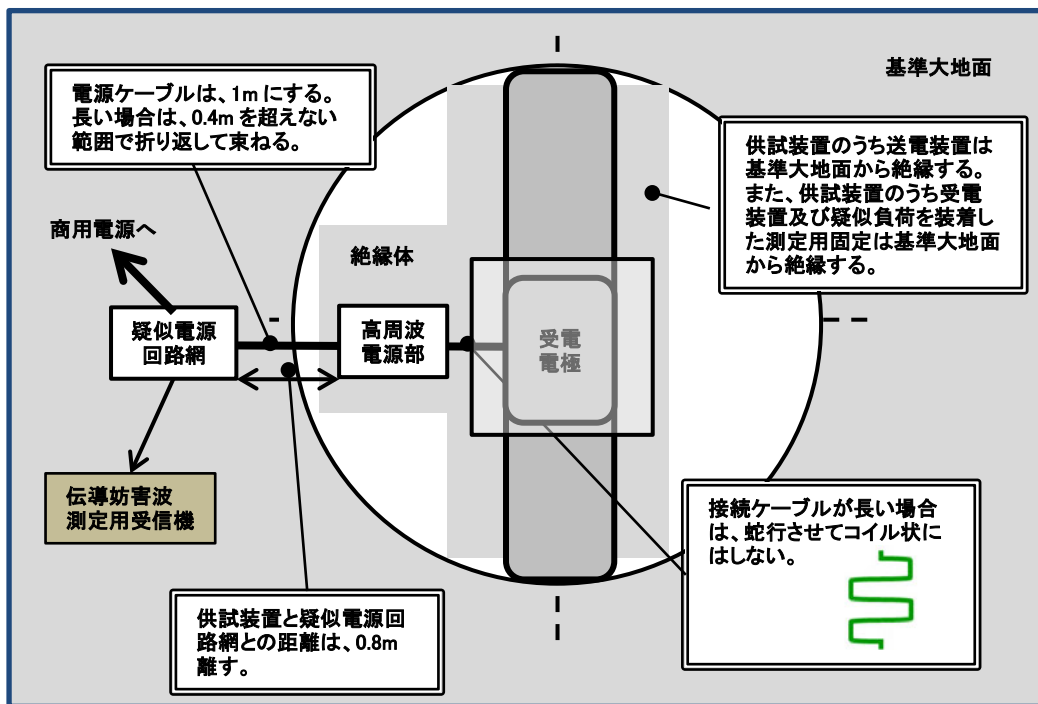


図1 伝導妨害波の測定方法

2.4.2 放射妨害波の測定法

放射妨害波の測定方法を図2及び3に示す。伝導妨害波と同様に、総務省告示第69号（平成28年3月15日）の電気自動車用非接触電力伝送装置の測定法を踏襲する。測定の際には、以下の点を考慮する。

- ・ 実用時も含めて床面が金属である場合には、絶縁材料の上に供試装置の配置すること。
- ・ 磁界の二つ水平成分（紙面に垂直と水平方向）の測定に加えて、磁界の垂直成分の測定も行うこと。その場合には、受信用ループを床面に対して水平に設置し、その高さを1.0m+ループの半径とすること。
- ・ 全ての測定周波数において、ターンテーブルを回転させて磁界成分の最大値を測定すること。

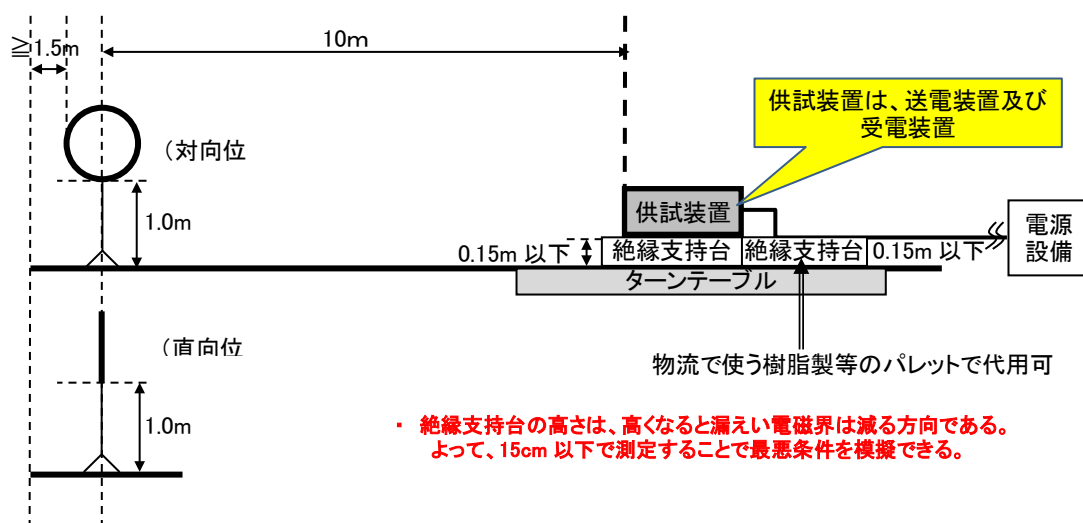


図2 放射妨害波（電界成分、30MHz～1GHz）の測定方法

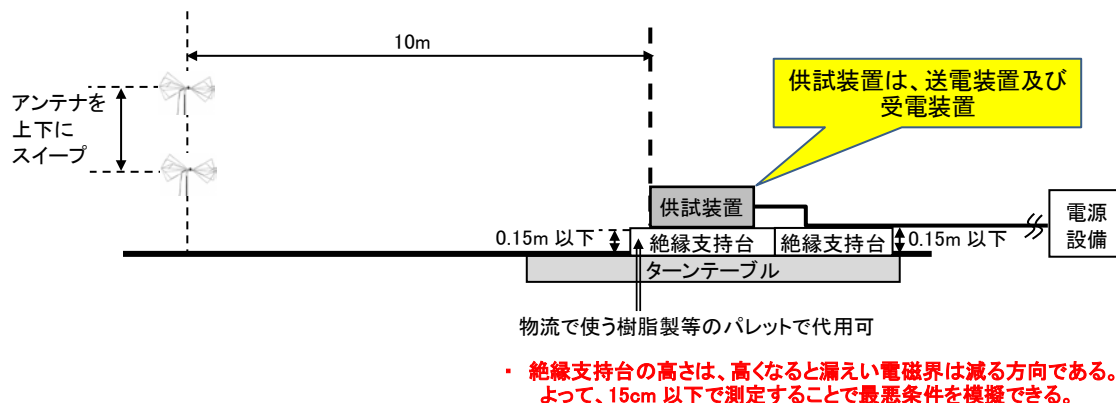


図3 放射妨害波（電界成分、30MHz～1GHz）の測定方法

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、以下の電波防護のための指針（以下「防護指針」という。）を策定している。WPTシステムについても、システムの運用形態に応じて、これらに適合する必要がある。

- (1) 電気通信技術審議会答申 諮問第 38 号
「電波利用における人体の防護指針」（平成 2 年 6 月 25 日）
- (2) 電気通信技術審議会答申 諮問第 89 号
「電波利用における人体防護の在り方」（平成 9 年 4 月 24 日）
- (3) 情報通信審議会 諮問第 2030 号
「局所吸収指針の在り方」に関する答申（平成 23 年 5 月 17 日）
- (4) 情報通信審議会答申 諮問第 2035 号

「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域（10kHz 以上 10MHz 以下）における電波防護指針の在り方」に関する答申（平成 27 年 3 月 12 日）

WPT 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、防護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

本評価は、6.7MHz 帯電界結合型 WPT を対象とするが、高周波利用設備の各種設備に位置づけられている WPT システムについては、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が適用可能である。

3.2 電波防護指針への適合確認についての考え方

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「ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」のうち「電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムに関する技術的条件」（平成 27 年 7 月 17 日）に関する電波利用環境委員会報告（https://www.soumu.go.jp/main_content/000369518.pdf）で明確化された WPT システムの電波防護指針への適合性確認を行うための評価方法に則り評価を行うこととする。具体的には、6.7MHz 帯電界結合型 WPT は、同報告の家電機器用 WPT システム③と技術方式が同じ電界結合型 WPT であり、刺激と熱作用の両方を考慮すべきであることから、「5.2.5.4 家電機器用 WPT システム③」に記載されたパターン①（表 4）を適用する。

表 4 電波防護指針への適合性確認を行うための評価方法

人体が接触又は近接（20cm 以内）したり、人体の一部が沿う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	
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	
		体内誘導電界強度			局所吸収指針
	接触電流			接触電流に関する補助指針 ※ 2	接触電流に関する補助指針 ※ 3
				※ 2：接地金属体を用いた接触電流評価のみ実施	※ 3：接地金属体及び非接地金属体を用いた接触電流評価を実施
		足首誘導電流			
	外部電界	電磁界強度指針表 3 (b) ※ 1	電磁界強度指針表 3 (b) ※ 1		
		※ 1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可	※ 1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可		
	外部磁界	電磁界強度指針表 3 (a) 及び 電磁界強度指針表 3 (b) 及び 接触電流に関する補助指針から算出される磁界強度 (式 5.2-2) ※ 1	電磁界強度指針表 3 (a) 及び 電磁界強度指針表 3 (b) ※ 1		
		※ 1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可	※ 1：不均一ばく露に関する補助指針の使用可		

3.3 適用すべき指針値

表 4 に示すように、パターン①による評価を行う際には、電波防護指針（情報通信審議会 答申 諮問第 2035 号「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域（10kHz 以上 10MHz 以下）における電波防護指針の在り方」（平成 27 年 3 月 12 日）
<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide2035.pdf>）における電磁界強度指針表 2（管理環境における指針値）及び表 3（一般環境における指針値）を用いる（表 5～7）。

表 5 管理環境における電磁界強度指針値（表 2(a)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	614	4.9f (MHz) ⁻¹ (49-1.63)	
3MHz - 30MHz	1,842f (MHz) ⁻¹ (614-61.4)	4.9f (MHz) ⁻¹ (1.63-0.163)	
30MHz - 300MHz	61.4	0.163	1
300MHz - 1.5GHz	3.54f (MHz) ^{1/2} (61.4-137)	f (MHz) ^{1/2} /106 (0.163-0.365)	f (MHz)/300 (1-5)
1.5GHz - 300GHz	137	0.365	5

表 6 管理環境における電磁界強度指針値（表 2(b)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E (kV/m)	磁界強度の実効値 H (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz - 10MHz	1.7 × 10 ⁻¹	80	1 × 10 ⁻⁴

表 7 一般環境における電磁界強度指針値（表 3(a)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 E[V/m]	磁界強度の実効値 H[A/m]	電力密度 S[mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	275	2.18f (MHz) ⁻¹ (21.8-0.728)	
3MHz - 30MHz	824f (MHz) ⁻¹ (275-27.5)	2.18f (MHz) ⁻¹ (0.728- 0.0728)	
30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	0.2
300MHz - 1.5GHz	1.585f (MHz) ^{1/2} (27.5-61.4)	f (MHz) ^{1/2} /237.8 (0.0728-0.163)	f (MHz)/1500 (0.2-1)
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1

表 8 一般環境における電磁界強度指針値（表 3(b)に記載の内容）

周波数 f	電界強度の実効値 (kV/m)	磁界強度の実効値 (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHz - 10MHz	8.3 × 10 ⁻²	21	2.7 × 10 ⁻⁵

なお、評価に用いる電波防護指針の特徴として、以下の点について留意する必要がある。

- ・ 刺激作用に基づく指針値（瞬時）：周波数範囲 10kHz～10MHz

- ・ 熱作用に基づく指針値（平均時間 6 分間）：100kHz 以上

以上の指針値より、6.7MHz 帯に関する指針値は以下のとおりである。

受電装置の端から 20cm で（送電時に 20cm 以内には人体は入らない条件において）、

- (1) 電界（刺激作用に関する表 2(b) 及び 3(b) 瞬時値）

[一般環境] 指針値 83V/m、[管理環境] 指針値 170V/m

- (2) 磁界

（熱作用 表 2(a) 及び 3(a) 6 分間平均値）

[一般環境]指針値 322mA/m [管理環境]指針値 722mA/m

（刺激作用 表 2(b) 及び 3(b) 瞬時値）

[一般環境]指針値 21A/m [管理環境]指針値 80A/m

- (3) 接触電流に関する磁界

電波防護指針における式 5.2-2 から 200mA/m

ここで、電界の方が刺激作用に関する指針値のみで、磁界の方が刺激作用と熱作用の二つの指針値を考慮している理由は以下のとおりである。

- ・ 電界について、刺激作用より熱作用の指針値が高く、刺激作用の指針値以下であれば熱作用の指針値を越えないことは明らかであるため。
- ・ 磁界については、熱作用の指針値が低い、6 分間の時間平均値であり、一瞬でも磁界強度の指針値を超える可能性があることから両方を確認する必要があるため。

3.4 適合性確認のための評価方法

6.7MHz 帯電界結合型 WPT の利用における電波防護指針の適合性確認のための前提条件は以下のとおりである。

- ・ 工場や管理施設など管理環境においてのみ利用する（原則として電波防護指針における管理環境での指針値を適用する）。
- ・ 送電電極（レール）の長さは、長手方向 5m 以内とする。
- ・ 受電電極の形状・サイズは限定しない。
- ・ 送電装置及び受電装置に人が近づいた場合には送電は行わない。送電停止に必要な送電装置及び受電装置と人の距離並びに人の検知方法は各製造者の設計による。

電波ばく露評価のための測定方法としては以下の点に留意する。

- ・ 送電時に、送受電装置を中心に水平面内、垂直面内における電磁界強度を測定する。特に、電磁界強度が高いと予想されるエリアを測定する。例えば、水平面内については送受電装置を中心に、床面からある高さにおける、送電電極（レール）に平行及び直交方向に、垂直面内については、送受電装置を中心に垂直方向に測定を行う。
- ・ 送電時に、人が最も近づくエリアにおいて、電磁界強度指針値以下であることを確認す

る。

3.5 安全装置のあり方

電磁波源が電磁環境の源であることから、電磁波源側で人体を電磁界から保護する対策を講ずる必要がある。対策の構成としては、以下に示すように、電磁波源等をハード面及びソフト面の二つの側面から捉え、その対策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。
- ・ 受電装置が存在しない場合に送電を開始しない。
- ・ 電力伝送時に受電装置の近傍（装置の端から 200mm 以内）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)

- ・ WPT 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。

3.6 留意事項

- (1) 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) 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定される可能性があることにも留意する必要がある。
- (3) 本技術的条件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、利用者が電磁波源に近接して使用する場合が多いことに鑑み、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 他の電子機器との相互干渉についての課題

将来的に、高周波で動作する高度な PC などに送電装置や受電装置に搭載するようなことになった場合に、相互干渉の懸念が問題になる可能性がある。システムとしての高度化・高機能化が行われる時期に、改めてこの問題について検討する必要があるとともに、それまでに相互干渉のメカニズムの特定や対策技術の確立などのための研究を進めていくことが重要である。

4.2 国際規格や標準化動向の把握と制度上の見直しの必要性

WPT システムについては、国際標準化機関等において、詳細な技術仕様や高度化に向けた検討が引き続き行われていることから、今後、これらの国際的な動向等を踏まえ、必要に応じて許容値及び測定法を見直すことが必要である。

加えて、WPT システムからの電磁界への人体ばく露量の評価方法についても、国際動向等を踏まえた評価方法等の見直しを適切に行うことが必要である。

4.3 埋め込み型医療機器等への影響への配慮

ワイヤレス電力伝送システムは、大きな電力を伝送する場合には周囲に大きな電磁界を発生させることがあるため、実用化に当たっては、ペースメーカー等の高度な埋め込み型医療機器への影響についても、十分に注意しつつ推進することが必要である。こうした影響については、ワイヤレス電力伝送システムの製造業者など関係者によって、実用化前に技術的な検討が行われ、取扱説明書等に適切な取扱い方法が示されることが必要である。

4.4 ロボット用 WPT システムの更なる高度化や技術拡張

ロボットへの WPT システムの適用は労働人口の減少への対応、脱炭素社会の実現といった社会改革に極めて有益であり、新たな成長産業として社会実装が普及していくと考えられる。このような動向を踏まえ、利用形態の拡大、周波数有効利用の高度化、更なる低価格化、他の WPT 技術の適用の可能性などについて検討も進めて行くことが重要と考えられる。

情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会 構成員

(敬称略、専門委員は五十音順)

	氏名	主要現職
主査 (第54回～) 専門委員	平田 晃正 ひらた あきまさ	名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター センター長・教授
主査 専門委員	多氣 昌生 たき ますお (～第53回)	東京都立大学 システムデザイン学部 特別先導教授・名誉教授
主査代理 (第54回～) 専門委員	石上 忍 いしがみ しのぶ	東北学院大学 工学部 電気電子工学科 教授
主査代理 専門委員	山中 幸雄 やまなか ゆきお (～第53回)	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 マネージャー
委員	長谷山 美紀 はせやま みき	北海道大学 副学長・大学院情報科学研究院長
〃	増田 悦子 ますだ えつこ	公益社団法人全国消費生活相談員協会 理事長
専門委員	秋山 佳春 あきやま よしはる	NTT アドバンステクノロジー(株) スマートコミュニティ事業本部 スマートエネルギービジネスユニット ビジネスユニット長
〃	石山 和志 いしやま かずし	東北大学 電気通信研究所 教授
〃	上原 仁 うえはら ひとし (第54回～)	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 常務理事
〃	大西 輝夫 おおにし てるお	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究マネージャー
〃	尾崎 覚 おざき さとる (～第48回)	富士電機株式会社 パワエリシステム事業本部 社会ソリューション事業部 技師長
〃	熊田 亜紀子 くまだ あきこ	東京大学 大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
〃	小島原 典子 こじまはら のりこ (第54回～)	静岡社会健康医学大学院大学 疫学領域長・教授
〃	清水 久恵 しみず ひさえ	北海道科学大学 保健医療学部 臨床工学科 教授
〃	杉本 千佳 すぎもと ちか (第54回～)	横浜国立大学大学院工学研究院 知的構造の創生部門 准教授
〃	曽根 秀昭 そね ひであき	東北大学 情報シナジー機構 特任教授

〃	たいら かずまさ 平 和晶 (~第53回)	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 所長
〃	たじま きみ 田島 公 ひろ 博	一般社団法人情報通信技術委員会 伝送網・電磁環境専門委員会 情報通信装置のEMC・ソフトエラー SWG リーダ
〃	たなか けん 田中 謙 じ 治	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 顧問
〃	つかほら ひとし 塚原 仁	一般財団法人日本品質保証機構 総合製品安全部門計画室 参与
〃	とくだ ひろ 徳田 寛 かず 和 (第49回)	富士電機(株) 技術開発本部 デジタルイノベーション研究所 デジタルプラットフォームセンター システム制御研究部 主査
〃	ほり かずゆき 堀 和行	ソニーグループ(株) Headquarters 品質マネジメント部 製品安全/環境 コンプライアンスグループ チーフ EMC/RF コンプライアンススペシャリスト
〃	まつなが ま 松永 真	静岡大学 学術院工学領域 准教授
〃	やまぐち さち 山口 さち こ 子	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 主任研究員
〃	やまざき けん 山崎 健 いち 一	一般財団法人電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ファシリティ技術研究部門 副部門長
〃	やました ひろ 山下 洋 はる 治	一般財団法人電気安全環境研究所 関西事業所 副所長
〃	おけ か 和氣 加 な 奈子	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 総合企画室 室長

(計 22 名)

ワイヤレス電力伝送作業班 構成員

(敬称略、構成員は五十音順)

	氏名	主要現職
主任	藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
主任代理	村野 公俊	東海大学 工学部 電気電子工学科 教授
構成員	秋山 佳春	NTTアドバンステクノロジー(株) スマートコミュニティ事業本部 スマートエネルギービジネスユニット ビジネスユニット長 (CISPR I 作業班主任)
〃	雨宮 不二雄	(一財) VCCI 協会 技術アドバイザー (CISPR 運営委員会委員)
〃	大西 輝夫 (第14回～)	(国研) 情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究マネージャー
〃	長部 邦広	(一財) VCCI 協会 技術アドバイザー
〃	川崎 邦弘	(公財) 鉄道総合技術研究所 研究開発推進部 主管研究員
〃	菅野 浩 (～第13回)	パナソニック(株) インダストリアルソリューションズ社 技術本部 エネルギーソリューション開発センター 主幹技師
〃	久保田 文人	(一財) テレコムエンジニアリングセンター 参与 (CISPR B 作業班主任)
〃	幸島 徹 (第14回～)	(一社) 日本アマチュア無線連盟 電磁環境委員会委員
〃	齋藤 進 (第14回～)	日本放送協会 技術局管理部 副部長
〃	佐々木 邦彦	名古屋工業大学 特任教授
〃	七野 隆広	キヤノン(株) デジタルビジネスプラットフォーム開発本部 ソフトウェア第一開発センター
〃	庄木 裕樹	ブロードバンドワイヤレスフォーラム(BWF) ワイヤレス電力伝送ワーキング グループリーダー
〃	高井 正興 (～第13回)	(一社) 日本アマチュア無線連盟電磁環境委員会委員長
〃	中島 匡良	(一社) 情報通信ネットワーク産業協会 移動通信委員会 委員
〃	中牟田 敏史 (～第13回)	海上保安庁 総務部 情報通信課 システム整備室専門官
〃	成清 善一 (～第13回)	日本放送協会 技術局計画管理部 副部長
〃	仁井田 雅俊	(一社) 日本民間放送連盟 (株) ニッポン放送 技術局放送技術部 担当副部長
〃	野坂 雅樹	海上保安庁 総務部 情報通信課 システム整備室専門官

	(第14回～)	
〃	ほり かつゆき 堀 和行	ソニーグループ(株) Headquarters 品質マネジメント部 製品安全/環境コンプライアンスグループ チーフ EMC/RF コンプライアンススペシャリスト
〃	まつもと やすし 松本 泰	(国研) 情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究員 (CISPR H 作業班主任)
〃	まつやま こうじ 松山 幸二	(一社) 電波産業会 研究開発本部 周波数資源グループ 担当部長
〃	やました ひろはる 山下 洋治	(一財) 電気安全環境研究所 関西事業所 副所長 (CISPR F 作業班主任)
〃	わけ 和氣 かなこ 加奈子 (～第13回)	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 総合企画室 室長

(計 21 名)

ワイヤレス電力伝送作業班 人体防護アドホックグループ構成員

(敬称略、構成員は五十音順)

	氏 名	主 要 現 職
主 任	おおにし てるお 大西 輝夫	(国研) 情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究マネージャー
構成員	い や ま た か 井山 隆 ひろ 弘	ARIB 規格会議第 38 作業班 主任 (株) NTT ドコモ 6G-IOWN 推進部 無線技術担当 主査
〃	か み む ら よ し つ ぐ 上村 佳嗣	宇都宮大学 工学部 教授
〃	か ん の ひ ろ し 菅野 浩	パナソニック(株) インダストリアルソリューションズ社 技術本部 エネルギーソリューション開発センター 主幹技師
〃	く ぼ た 久保田 ふ み と 文人	(一財) テレコムエンジニアリングセンター 参与 (CISPR B 作業班主任)
〃	さ さ き 佐々木 くにひこ 邦彦	名古屋工業大学 特任教授
〃	し ち の た か 七野 隆 ひろ 広	キヤノン(株) デジタルビジネスプラットフォーム開発本部 ソフトウェア第一開発センター
〃	し ょ う き 庄 木 ひろき 裕樹	(株) 東芝 研究開発統括部 研究企画室 参事
〃	す ず き た か 鈴木 敬 ひ さ 久	東京都立大学 システムデザイン研究科 電子情報システム工学域 教授
〃	ひ か げ た か し 日景 隆	北海道大学大学院 情報科学研究院 准教授
〃	ひ ら た あ き 平田 晃 ま さ 正	名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター センター 長・教授
〃	よ し だ か ず ひ こ 吉田 和彦	(一社) 電波産業会 研究開発本部 電磁環境グループ 担当部長

(計 12 名)