

検討対象のワイヤレス電力伝送システムの技術的要件 と利用シーン、不要放射の測定データについて

2023年5月10日

BWFF
Broadband Wireless Forum



- ◆ WPT作業班において既にご説明した以下の資料の更新版になります。
WPT作業班（第13回）資料13-5「検討対象の各ワイヤレス電力伝送システムの技術的要件と利用シーンについて」
- ◆ 第13回WPT作業班までは、①100kHz帯（LF帯）磁界結合WPT、②500kHz帯電界結合WPT、③6.78MHz帯電界結合WPTの3つのWPTシステムを提案させていただきましたが、このうち②500kHz帯電界結合WPTについては、事業化上の状況変化により提案を取り下げさせていただきます。本資料については、(a)100kHz帯（LF帯）磁界結合WPTおよび(b)6.78MHz帯電界結合WPTについて記載させていただきます。
- ◆ 他の無線システムとの共用化検討のために必要な「WPT機器からの不要放射の測定データについて」掲載させていただきます。

- (1) 検討対象の各ワイヤレス電力伝送システムの技術的要件と利用シーンについて
- (2) WPT機器からの不要放射の測定データについて

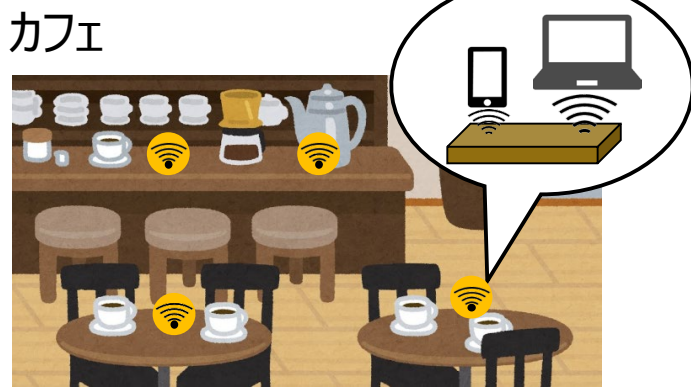
-
- (1) 検討対象の各ワイヤレス電力伝送システムの
技術的要件と利用シーンについて
※WPT作業班（第13回）資料13-5内容を更新

(a) 100kHz帶 (LF帶)
磁界結合WPT

• 応用分野

- Laptop等をオフィス・家庭・カフェ・列車の座席※等で充電
※カフェ、新幹線等のテーブルに充電器をインストール
- 電動工具その他家電の充電

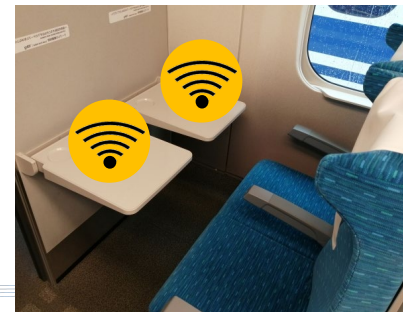
オフィス・学校・家庭・カフェ等



家庭・工場等



列車等

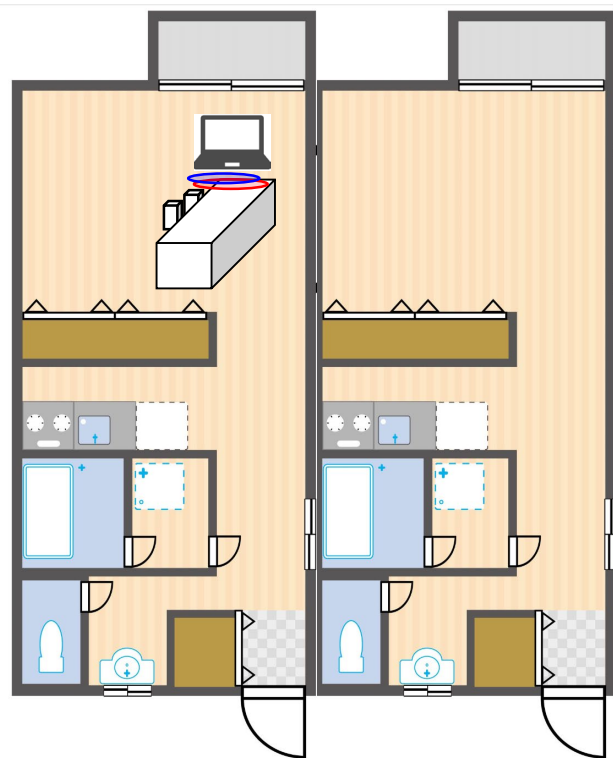


電動ドライバ等の充電

項目	仕様
販売先	一般カスタマーを含む
充電対象機器	Laptop PC, 電動工具など(電池搭載機器)
使用環境	家庭、オフィス、公共スペース、列車内など
送電電力	最大300W
電力伝送距離	10mm以内 (送受電のコイル間の距離)
送受電コイルサイズ	～直径80mm程度
送電形態	1対1
安全機能	受電装置を検出後、必要十分な電力を送電 受電部不在の状態では充電は開始されない 以下の場合送電を停止 金属等 異物の近接 / 制御通信の途絶 / 送受電装置の離間 /装置の温度上昇、過電圧/過電流検出
利用形態	人体が対象機器へ接触することも想定 但し、送受電コイルはカバー等で覆い、人体が送受電コイル 間に入ることは想定しない

項目	仕様
動作周波数	100k～148.5kHz ・ITU-R SM.2129-0の推奨帯域 ・充電中は結合状態・負荷状態に応じ周波数を変更しうる ・ 負荷に応じて、1kHzステップで周波数を変更 ・始動時の周波数は各社ごとに異なる
変調の有無	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

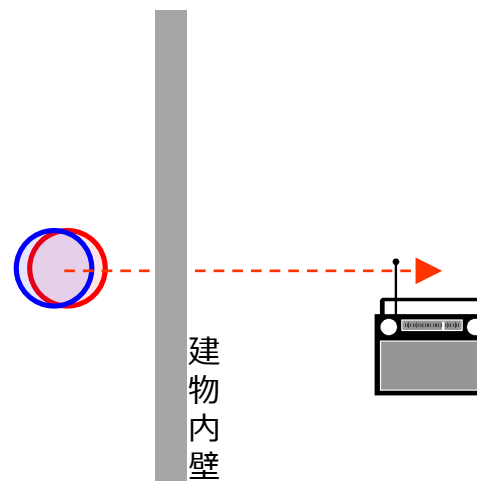
WPTシステムを一般家屋等で利用した場合の、隣家での放送受信への影響を想定



● 受電装置
● 送電装置

干渉が生じる可能性がある条件

CW波である高調波成分の放射ノイズが
該当地域での中波放送波のチャンネル帯域
(9kHz間隔、占有帯域幅15kHz) 内に入った場合

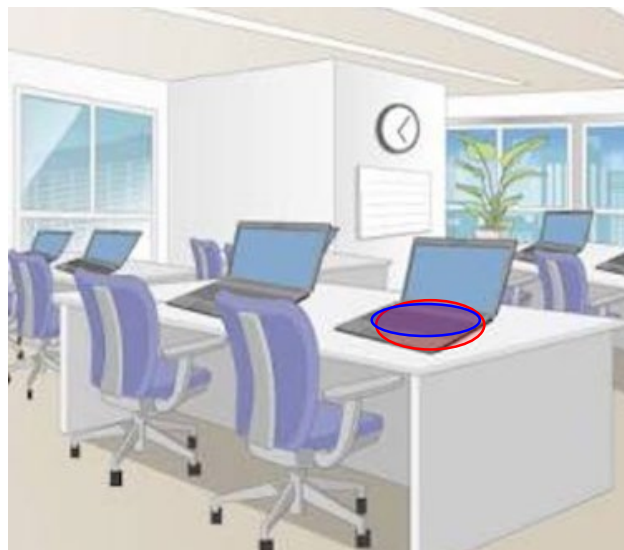


被干渉側条件例

- ・利用区域想定：一般家屋内等
- ・利用時間：24時間/日
- ・受信者側には雑音原因が不明
(アンテナ向き変更などは可能)

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

WPTシステムをオフィス等で利用した場合の、周辺地域住宅地等での放送受信への影響を想定



- 受電装置
- 送電装置

与干渉側の想定条件

- ・配向：送受コイル共に、概ね水平面内に配置
- ・複数台WPT動作時の条件
 - 配置間隔：～3m
 - 周波数・位相設定：ランダム

干渉が生じる可能性がある条件

CW波である高調波成分の放射ノイズが該当地域での中波放送波のチャンネル帯域（9kHz間隔、占有帯域幅15kHz）内に入った場合



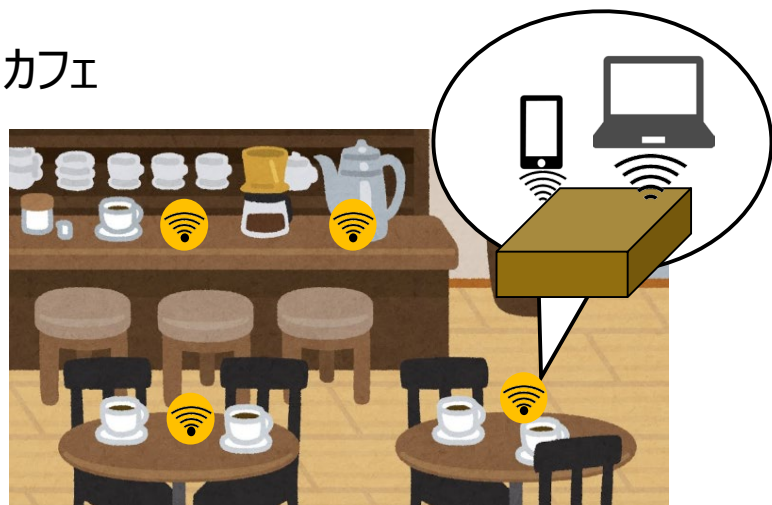
被干渉側条件例

- ・利用区域想定：一般家屋内等
- ・利用時間：24時間/日
- ・受信者側には雑音原因が不明（アンテナ向き変更などは可能）

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

WPTシステムをカフェ等で利用した場合の、隣席での放送受信への影響を想定

カフェ



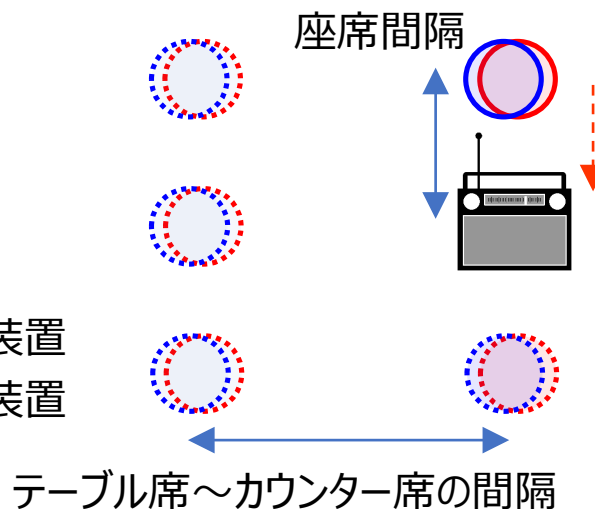
与干渉側の想定条件

- ・配向：送受コイル共に水平面内に配置
- ・複数台WPT動作時の条件
 - 配置間隔：カウンター座席間隔程度
 - 周波数・位相設定：ランダム

干渉が生じる可能性がある条件

CW波である高調波成分の放射ノイズが該当地域での中波放送波のチャンネル帯域（9kHz間隔、占有帯域幅15kHz）内に入った場合

- 受電装置
- 送電装置

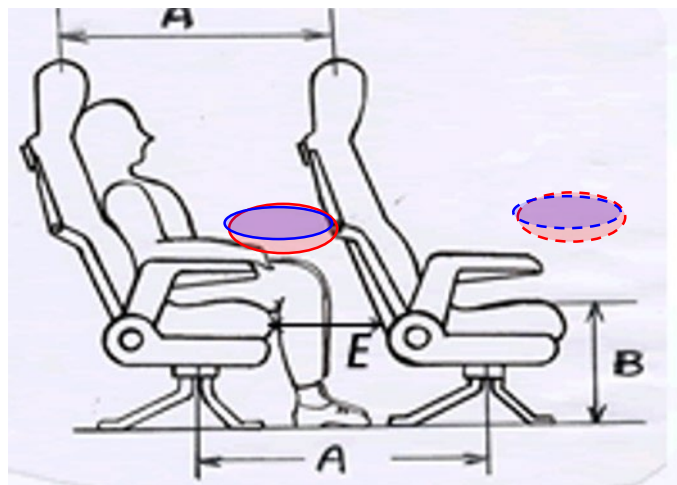


被干渉側条件例

- ・利用時間：開店時間内
- ・受信者側には雑音原因が不明（アンテナ向き変更などは可能）

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

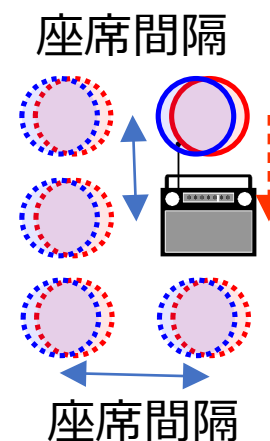
WPTシステムを列車内で利用した場合の、隣席での放送受信への影響を想定



与干渉側の想定条件

- ・配向：送受コイル共に、概ね水平面内に配置
- ・複数台WPT動作時の条件
 - 配置間隔：座席間隔
 - 周波数・位相設定：ランダム

- 受電装置
- 送電装置



干渉が生じる可能性がある条件

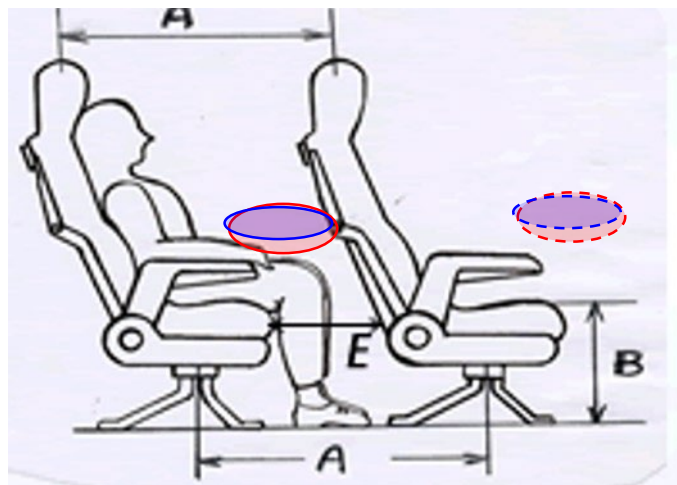
CW波である高調波成分の放射ノイズが
該当地域での中波放送波のチャンネル帯域
(9kHz間隔、占有帯域幅15kHz) 内に入った場合

被干渉側条件例

- ・利用時間：乗車中
- ・受信者側には雑音原因が不明
(アンテナ向き変更などは可能)

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

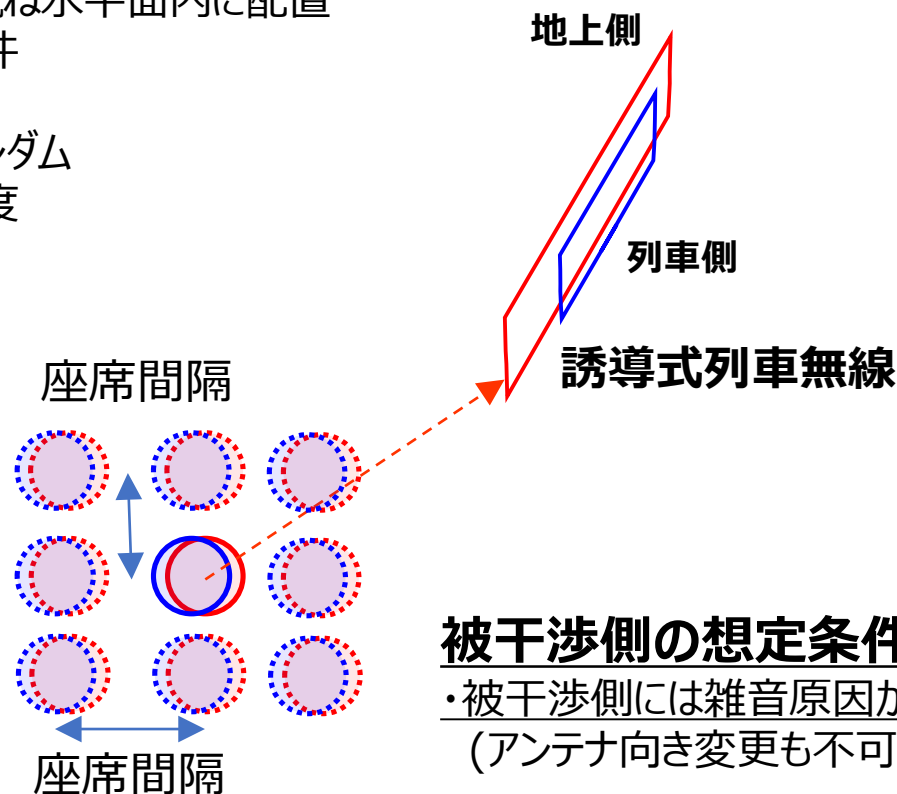
WPTシステムを列車内で利用した場合の、列車無線システムへの影響を想定



与干渉側の想定条件

- ・配向：送受コイル共に、概ね水平面内に配置
- ・複数台WPT動作時の条件
 - 配置間隔：座席間隔
 - 周波数・位相設定：ランダム
- ・床からの高さ：50cm程度

- 受電装置
- 送電装置



被干渉側の想定条件

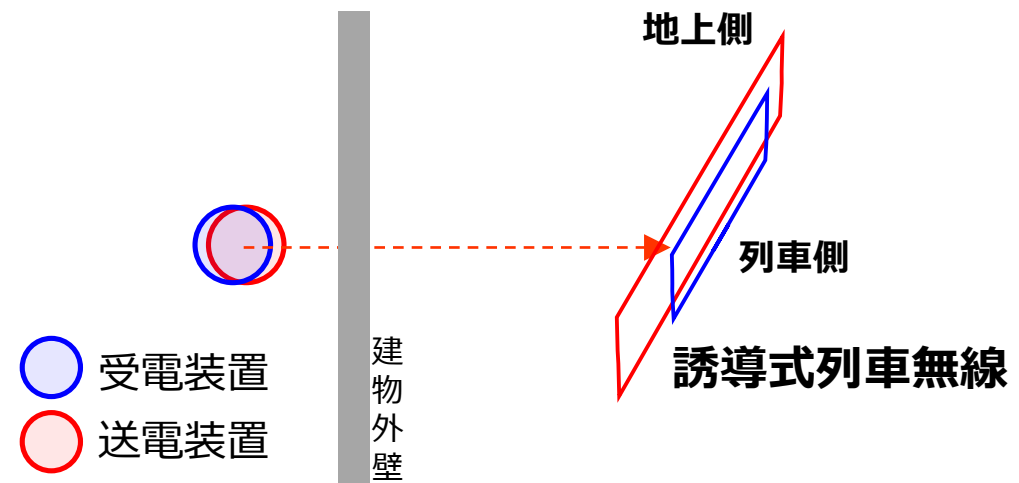
- ・被干渉側には雑音原因が不明
(アンテナ向き変更も不可)

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

WPTシステムを線路近傍の家屋等で利用した場合の、列車無線システムへの影響を想定

与干渉側の想定条件

- ・配向：送受コイル共に、概ね水平面内配置
- ・一般家屋での利用を想定



列車外部からの干渉については
別帯域ながら前回作業班で検討した実績があるため
その内容も参考にする

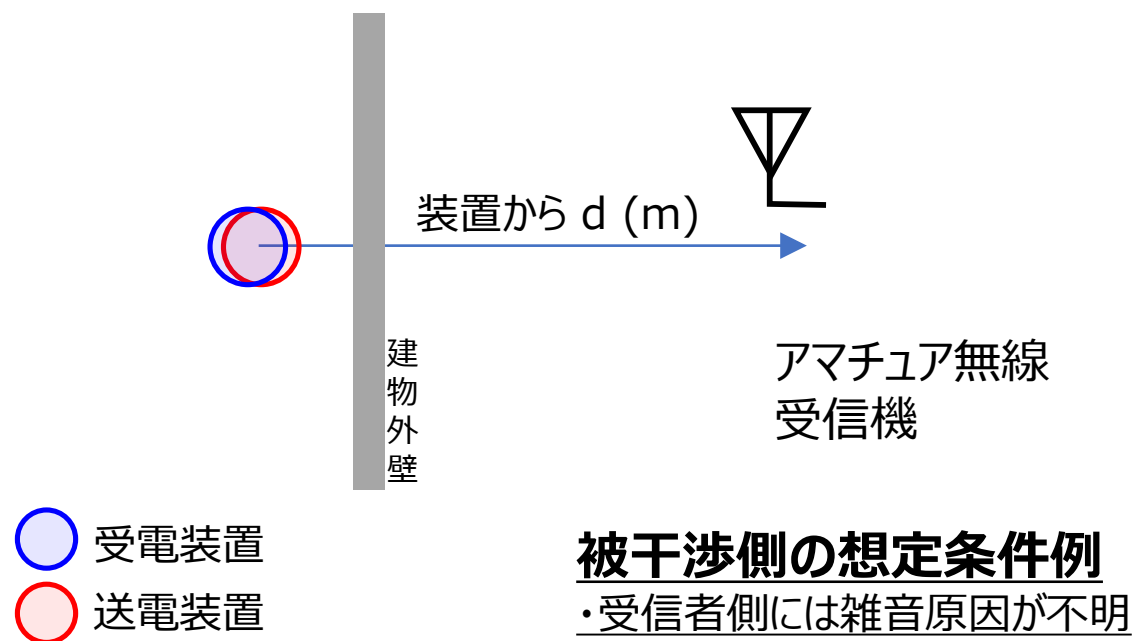
被干渉側の想定条件

- ・被干渉側には雑音原因が不明
(アンテナ向き変更も不可)

周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

WPTシステムを一般家屋等で利用した場合の、家屋外のアマチュア無線受信への影響を想定**与干渉側の想定条件**

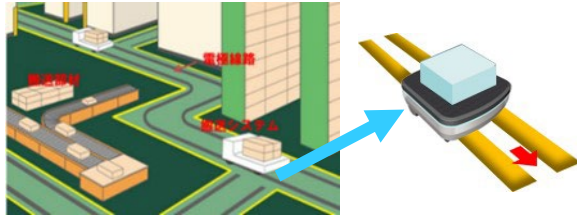
- ・配向：送受コイル共に、概ね水平面内配置
- ・一般家屋での利用を想定



周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

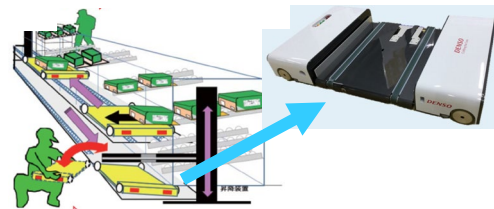
(b) 6.78MHz帶
電界結合WPT

搬送用ロボット



床表面に敷設された伝送線路状の電極上で区間走行中給電

仕分け用ロボット



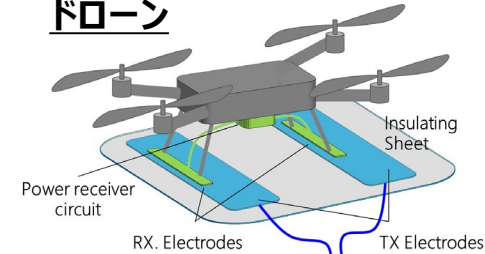
仕分けストア内に敷設された伝送線路状の電極上で区間走行中給電

掃除用ロボット



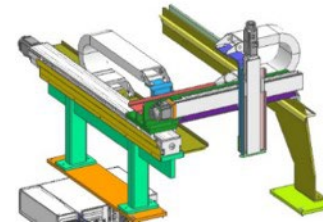
サービス範囲に敷設された伝送線路状の電極上を区間走行中給電

ドローン



駐機場場に敷設された伝送線路状の電極上に駐機し給電(駐機位置ずれに強い)

組立て用ロボット



多軸の組立てロボットの接続部に伝送線路状の電極を対向配置し稼働中給電

走行中給電



停止・稼働中給電

項目	仕様
販売先	事業者を基本とする.
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

項目	仕様
動作周波数	6.765~6.795MHz ・前回6.78MHz帯施行規則と同一帯域 ・充電中は周波数は固定 ・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 ・充電制御用の通信は別帯域の無線を使用

WPT設置条件

- ・設置場所：工場、建設現場、物流拠点、ドローン駐機場等
- ・稼働時間：24時間/日
- ・配向：送電線路は水平面に配置する 경우가基本(※1)
- ・床への配置：床側の表面凹凸なき事確認後設置。
- ・絶縁性の確保：線路電極は樹脂で被覆され表面露出なし
- ・電源部の配置：送電線路の長手方向端部の脇(※2)

(※1) 一部の応用(組み立てロボット等)では、送電線路を垂直に配置する場合がある。

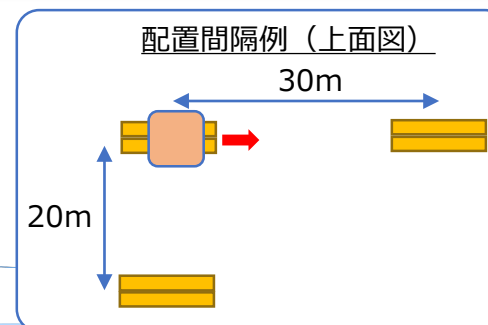
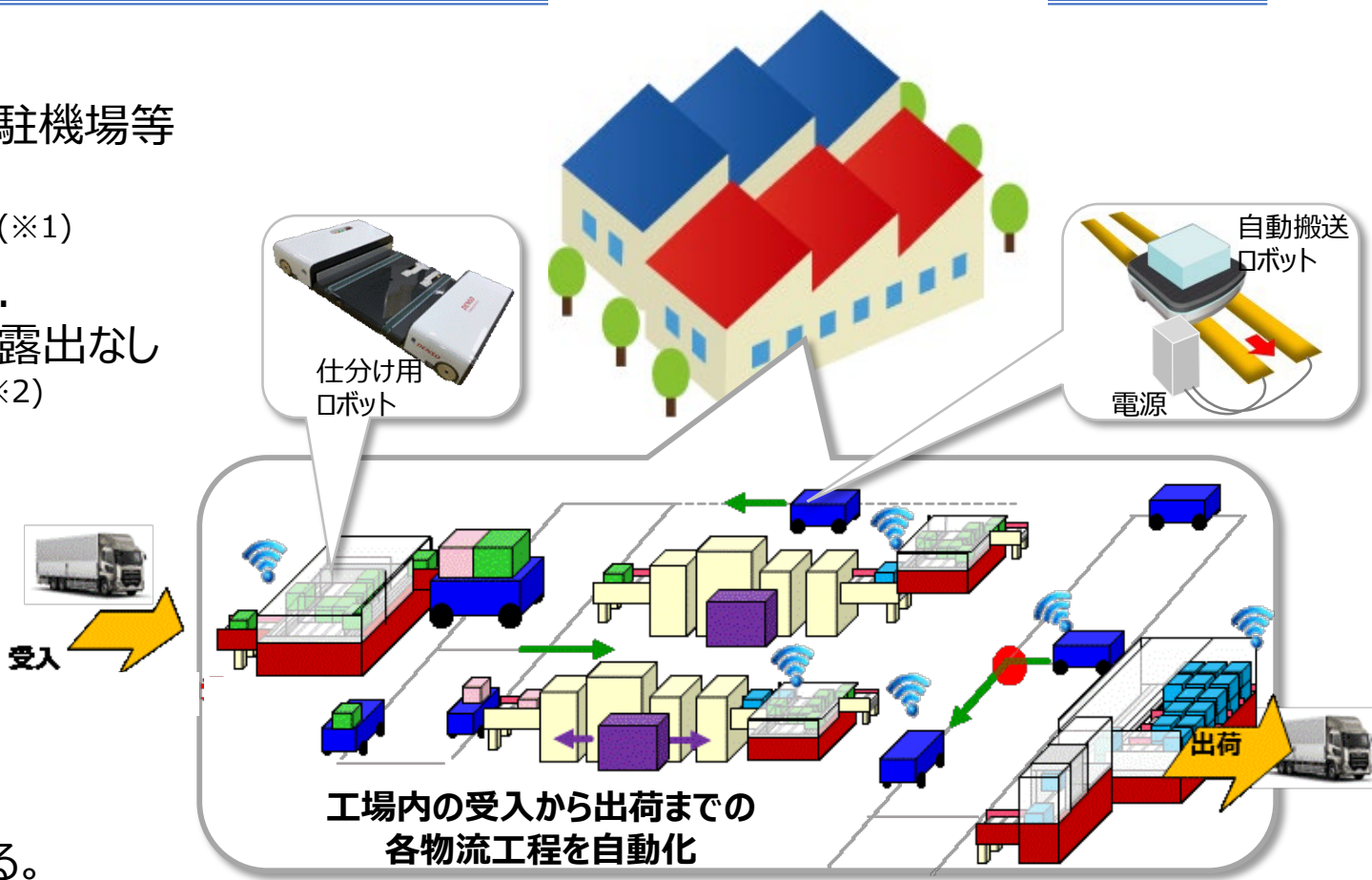
(※2) 床走行ロボット向け以外では、送電電極面内以外(上下等)に配置する場合がある。

大量導入時の充電器の設置条件

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、分散的に配置される。ドローンの場合は、飛行計画範囲内に1台配置される。

- ・配置間隔例（工場内）

線路長さ方向：30m程度以上 / 線路幅方向：20m程度以上（右図参照）

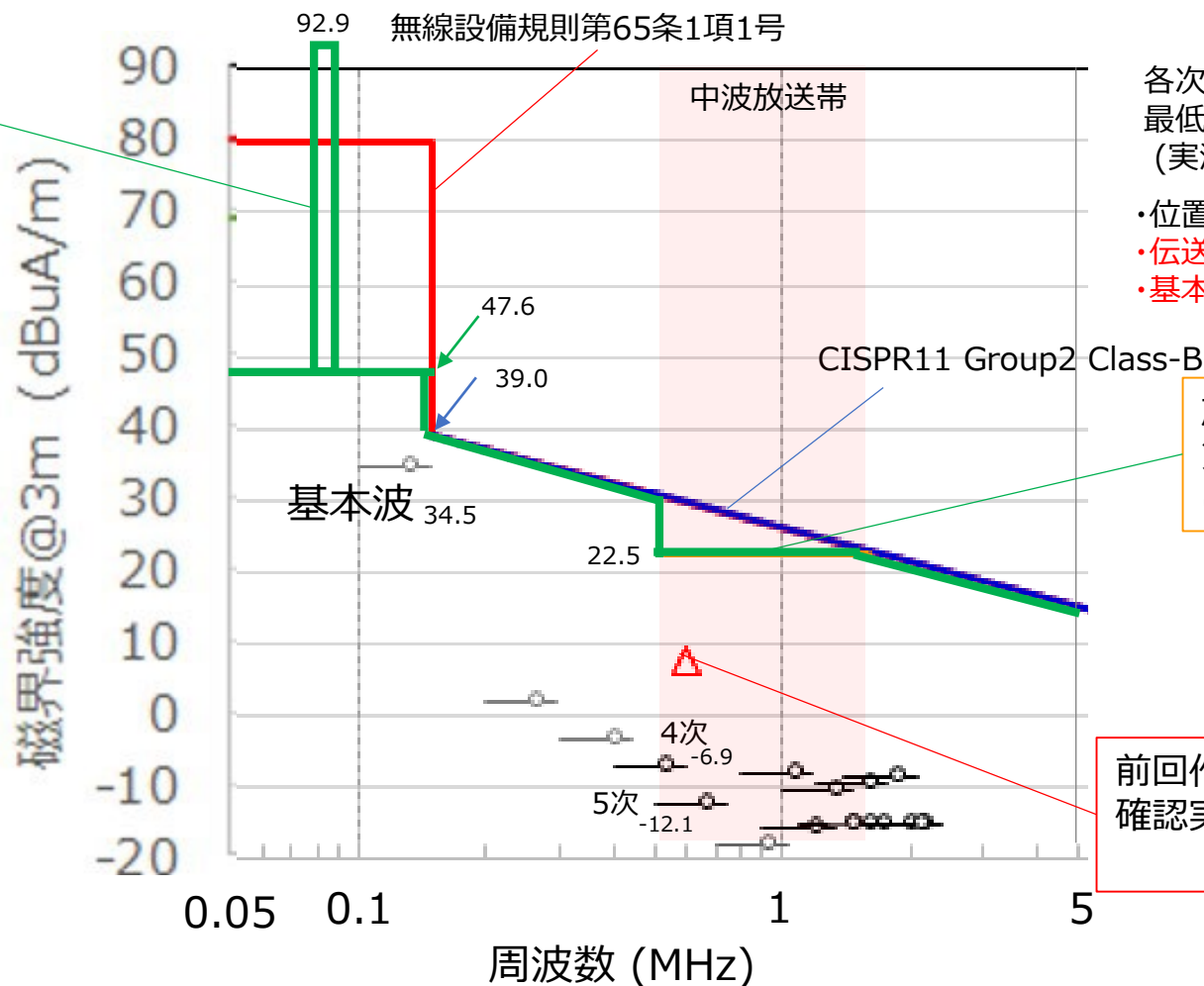


周波数共用検討では、上記の利用シーンを基に論議する

(2) WPT機器からの不要放射の 測定データについて

(a) 100kHz帯 (LF帯)
磁界結合WPTの
不要放射測定データ

施行規則第46条の2の第1項
第10号（150kHz以下は
EV用WPT用途のみ）
（10m許容値を3m許容値に換算）



各次数ごとに
最低周波数～実測周波数～最高周波数を表示
（実測したのは中央のマーカ点のみ）

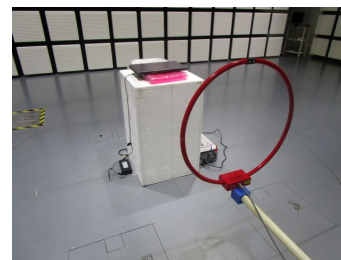
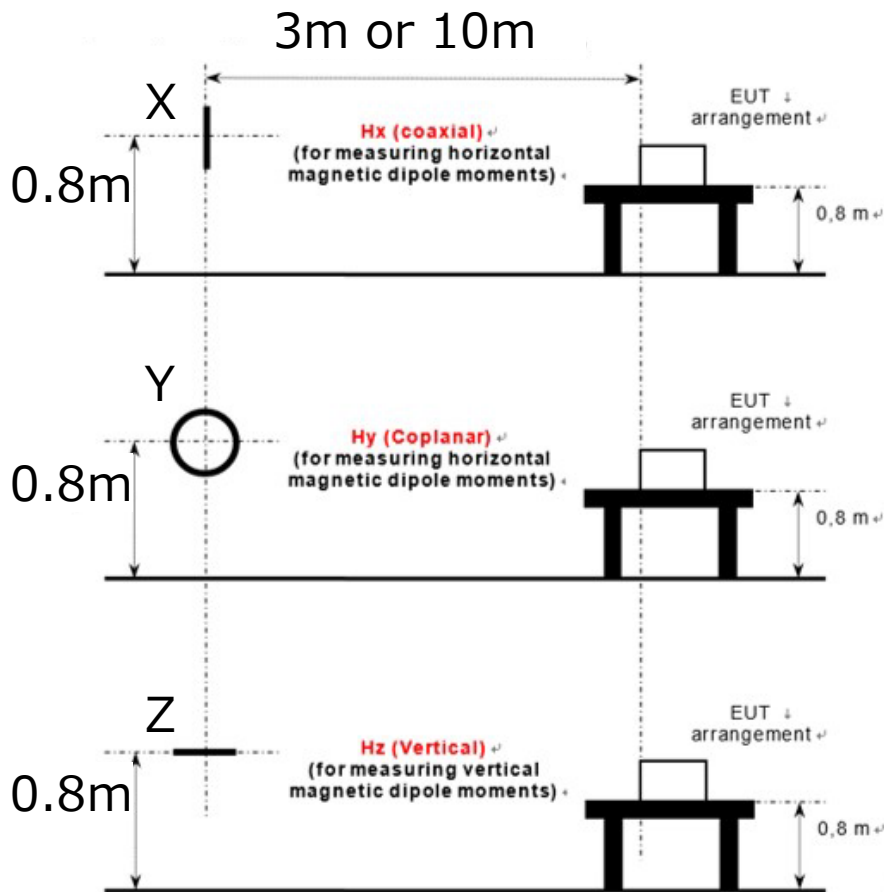
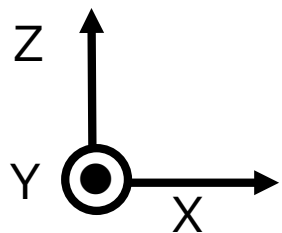
- 位置合わせ条件：充電可能領域端での**位置ずれ時**
- 伝送電力：100W
- 基本波周波数：138kHz

施行規則第46条の2の第1項
第9号(1)(2)及び第10号
（10m許容値を3m許容値に換算）

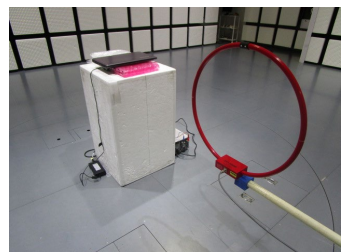
前回作業班で、EV充電WPTをノイズ源とし
確認実験を実施した際の7倍波 7.88dBmA/m
（10mでの値を3mに換算）

位置ずれ(漏えい増)条件にて各許容値候補比で
基本波7dB, 2～16次で20dB以上のマージンを確認.

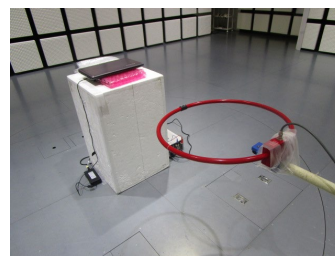
測定系



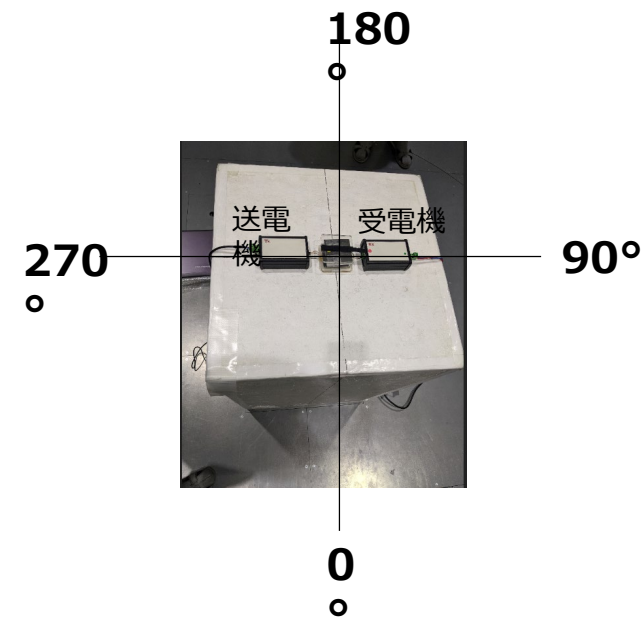
Hx(0°)



Hy(0°)

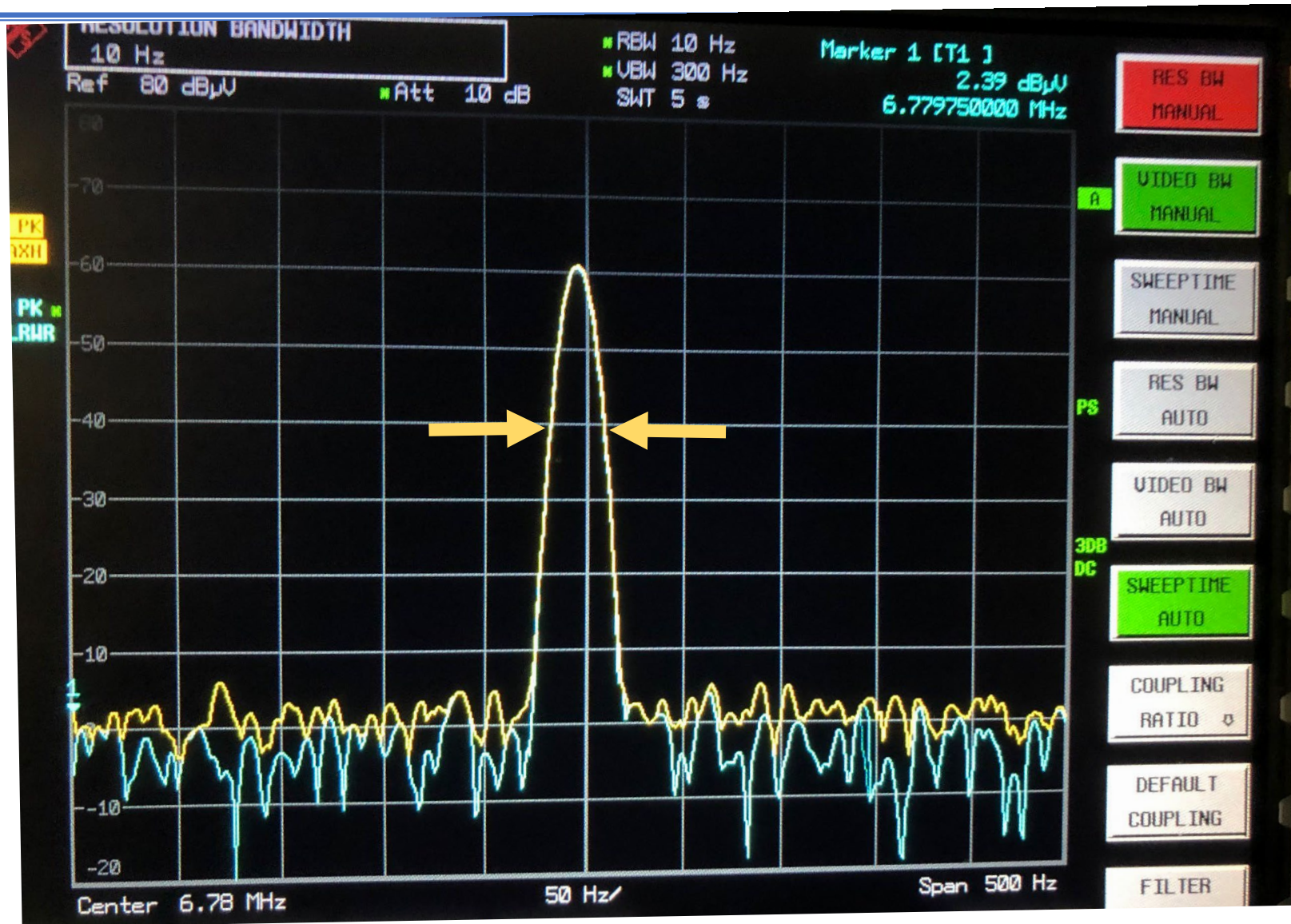


Hz(0°)



アンテナと充電器の距離はアンテナを近づけられる限界距離 (1m) とした
アンテナ高さは利用シーンを想定し、送電器と同じ高さ(0.8m)とした

(b) 6.78MHz帯
電界結合WPTの
不要放射測定データ



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で)をしたところ、-20dBcで約30Hz程度に収まっている。

6.7MHz帯WPTの漏えい電磁界

WPT設置環境と許可申請仕様

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

 工場壁の境界

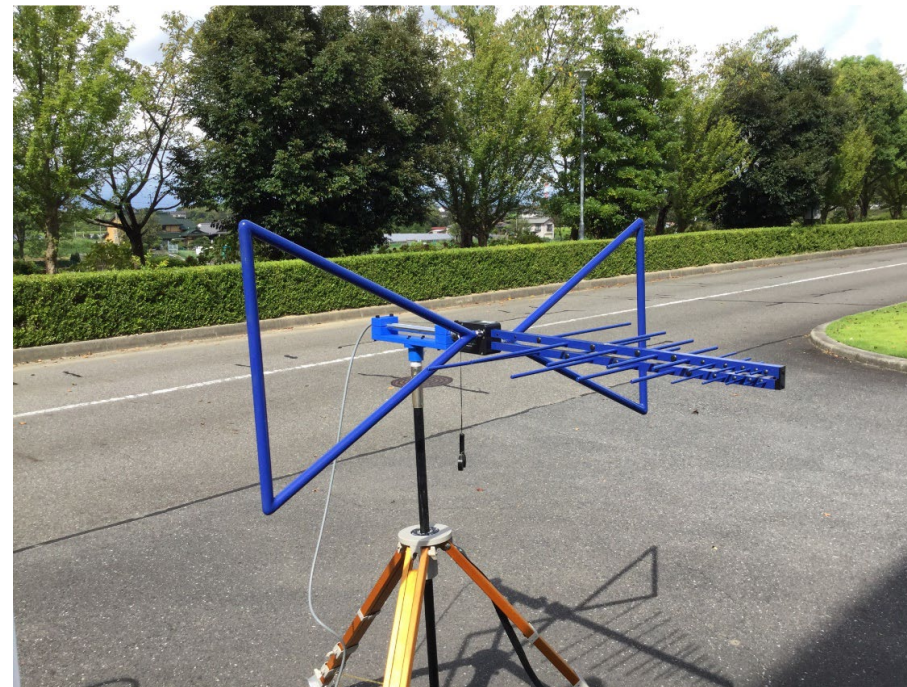
 工場敷地の境界

 電磁界測定位置



6.7MHz帯WPTの漏えい電磁界

漏えい電磁界測定の様子と測定機器



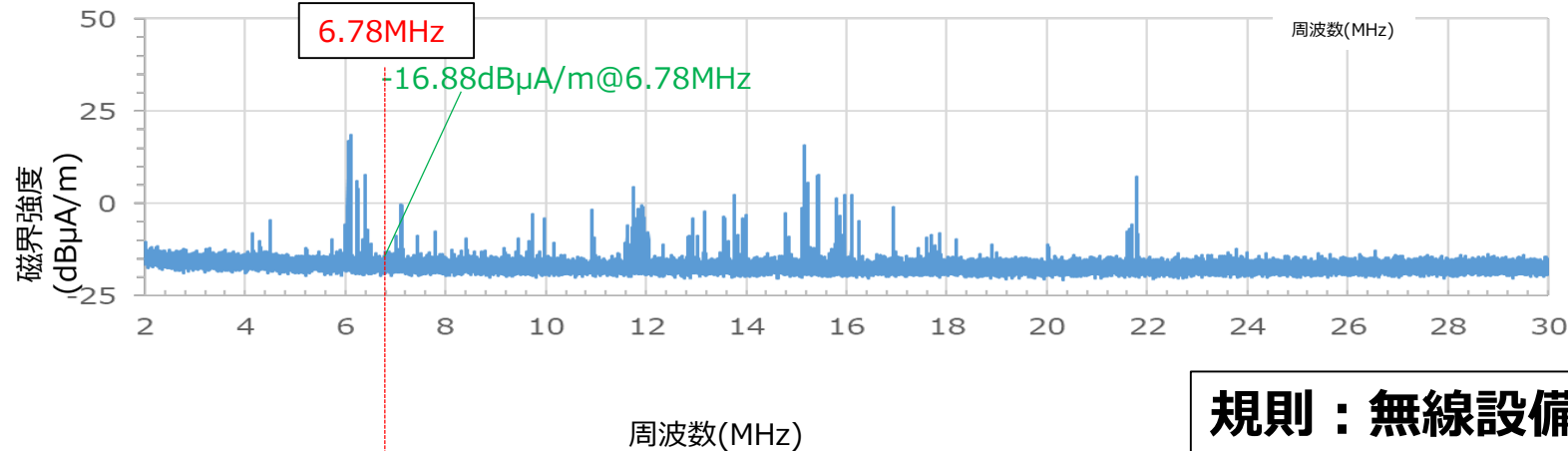
測定機器

- ・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)

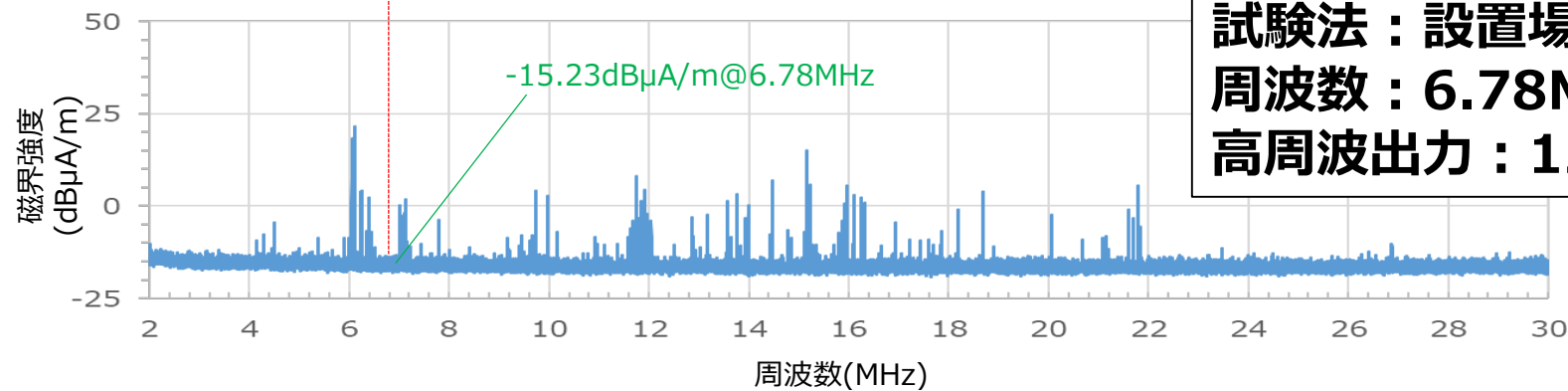
標準的な受信機およびアンテナにより、CISPR16に基づく標準設定 (RBW=9kHz) による測定を実施

磁界強度測定結果(10k~30MHz)

◆装置ON時データ



◆装置OFF時データ

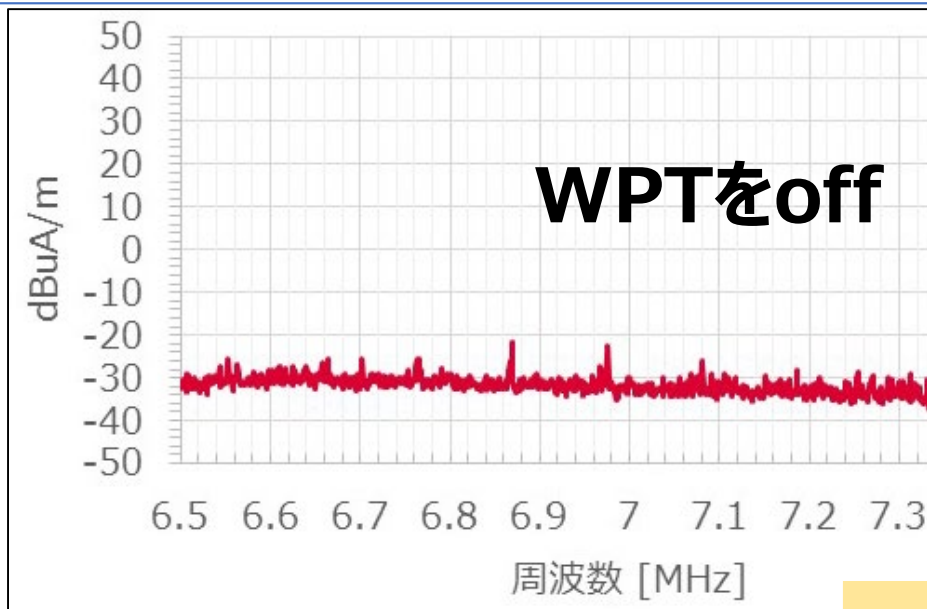


**規則：無線設備規則第
65条第1項第5号
試験法：設置場所測定
周波数：6.78MHz
高周波出力：1200W**

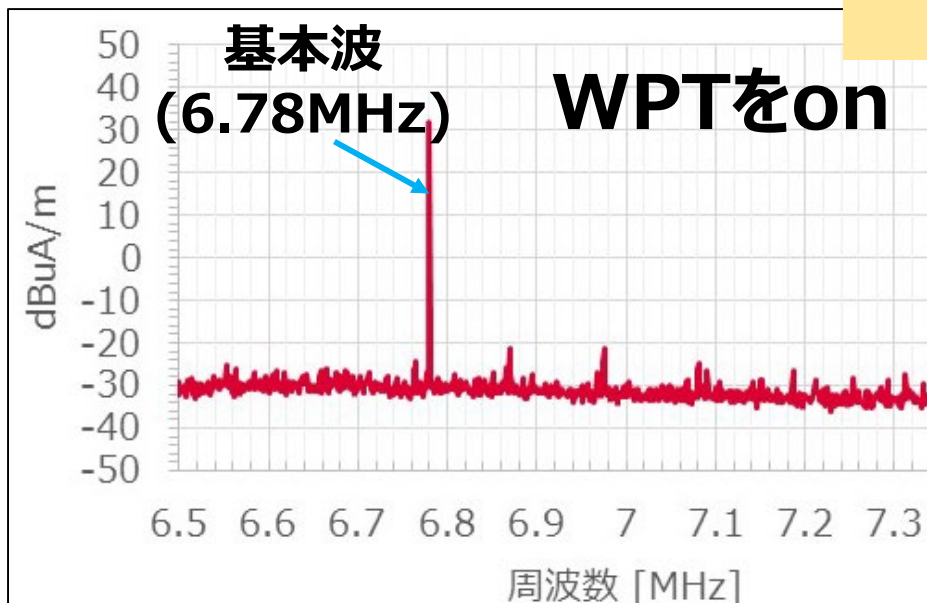
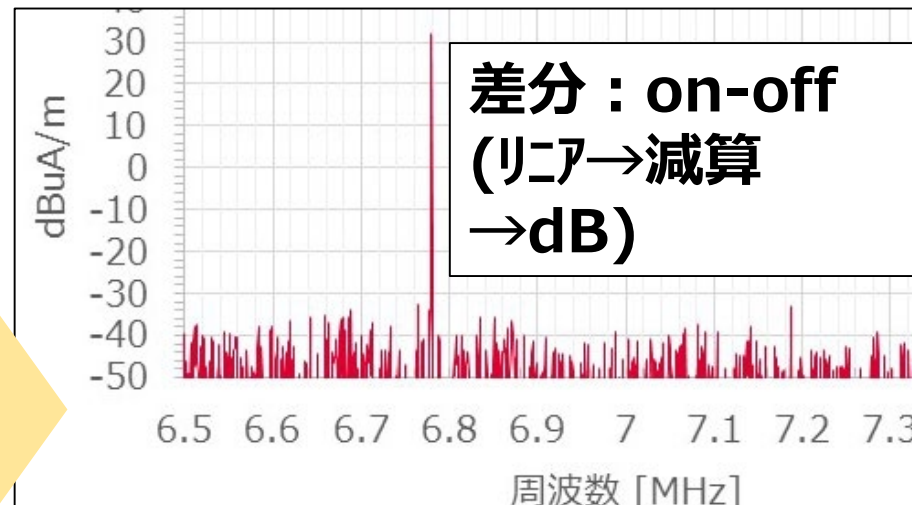
高周波利用設備として設置許可(5号)されたWPTの漏えい磁界は、規定距離(※)で許容値(-1.5dBμA/m)以下でとなり、観測できなかった。

(※) 基準距離:45.5m (外壁から境界までの距離:70m÷4.5+30m)

6.7MHz帯WPTの帯域外放射 (参考)



前回と同じ装置を、再度、工場内
近傍(距離約10m)で測定
周波数 : 6.78MHz
高周波出力 : 500W



- 再実験で、データの差分を分析したら、WPTの側波帯雑音が観測されなかった(複数回実施したが同じ傾向だった)。
- 差分の値は、約-33dB μ A/m以下となる。
- onとoffのノイズフロアが、-30dB μ A/m程度であることを考慮すると、差分は、ノイズフロア以下であり、WPTに起因しないと考えられる。
- 結果、WPT近傍(10m)では、明確な側波帯スプリアス発射は観測できないと考えられる。

(c) 共有化検討のために
必要な情報

		100kHz帯磁界結合型WPT	6.78MHz帯電界結合型WPT
WPTシステムの仕様	技術方式	磁界結合方式（送電コイルと受電コイル間の磁界結合を利用する方式）	電界結合方式（送電電極と受電電極間の電界結合を利用する方式）
	周波数	100.0～148.5kHzの中の無変調の単一周波数	6.765～6.795MHzの中の無変調の単一周波数
	電力伝送距離	10mm以内（送電電極と受電電極間の距離）	30mm以内（送電電極と受電電極間の距離）
	送受電装置の大きさ	コイルの大きさは直径80mm以内	送電電極（レール形状）は最大5m 受電電極は0.5m×0.5m程度以内（設計による）
利用形態	用途（受電対象）	Laptop PC, 電動工具など（電池搭載機器）	搬送用、仕分け用、建設用等の各種ロボット、ドローンなど（電池搭載機器）
	利用場所	家庭、オフィス、公共スペース、列車内など	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）
BWF側が想定する許容値	参考にする省令	施行規則第46条の2の第1項第10号	無線設備規則第65条第1項第3号 および利用周波数帯については施行規則第46条の2の第1項第9号
	アマチュア帯域での許容値	135.7～137.8kHzにおいて 23.1dB μ A/m（測定距離10m）	7.0～7.2MHzにおいて 18.5dB μ A/m（測定距離10m）
放射妨害波の実測値		WPT利用周波数において 34.5dB μ A/m（3m）、10.0dB μ A/m（10m）	6.78MHz帯バンド外では -25dB μ A/m（10m）以下（受信機ノイズレベル以下） （参考）6.78MHz帯バンド内において 25dB μ A/m程度（10m）