

2.4GHz帯WPTシステム

BWF-TG6

2019年2月20日

2.4GHz帯の空間伝送型WPTシステムについて

2.4GHz帯WPTの特徴：

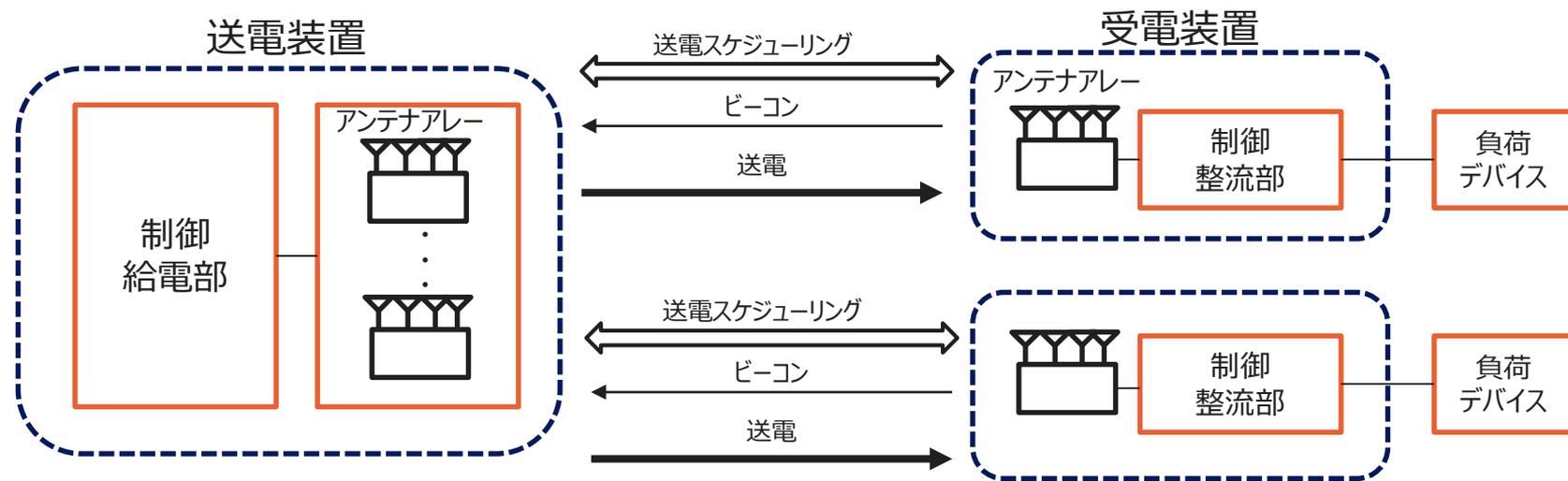
920MHz帯と比較して、高利得が期待できる一方、5.7GHz帯と比較して機器の低コスト化が見込める

- **設置場所** : 屋内、送電装置のアンテナを天井、壁面上部に取付け
- **給電距離** : 最大10m
- **供給電力** : 約50mW ~ 約2W
※送電デバイスと受電デバイスの距離にも依存する
- **設置条件** : 管理者が存在する空間
- **利用シーン例** :
 - スマートオフィスにおける各種センサーへの給電
 - 店舗における電子棚札への給電



システム概要と送電の流れ

- **キャリアセンス**により利用可能なチャンネルを特定し、送電前に受電装置との通信で受電側の状態の確認、送電のスケジューリングを実施
- 送電装置は受電装置からのビーコンを利用した**レトロディレクティブ方式**により反射波を含むマルチパスを用いて、障害物を避けて送電
- 送電装置から最大10m程度離れた受電装置に送電し負荷となるセンサー等のデバイスに給電



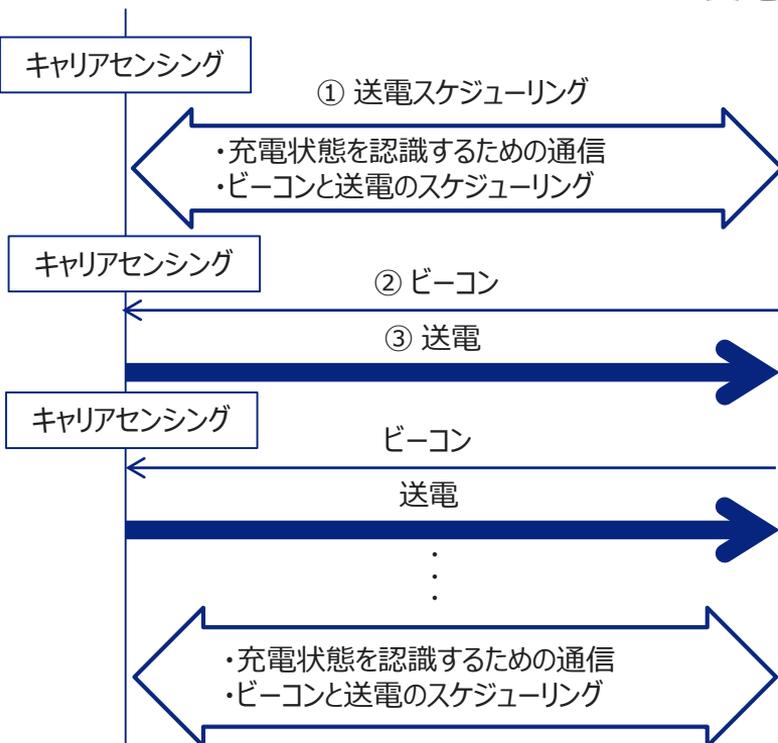
送電装置と受電装置間の通信と送電とパラメータ

送電装置と受電装置間では受電装置の状態確認やスケジューリングを行う通信、障害物を回避するための受電装置が発信するビーコンに続いて、CWによる送電を行う

送電装置

受電装置

通信・送電のパラメータ

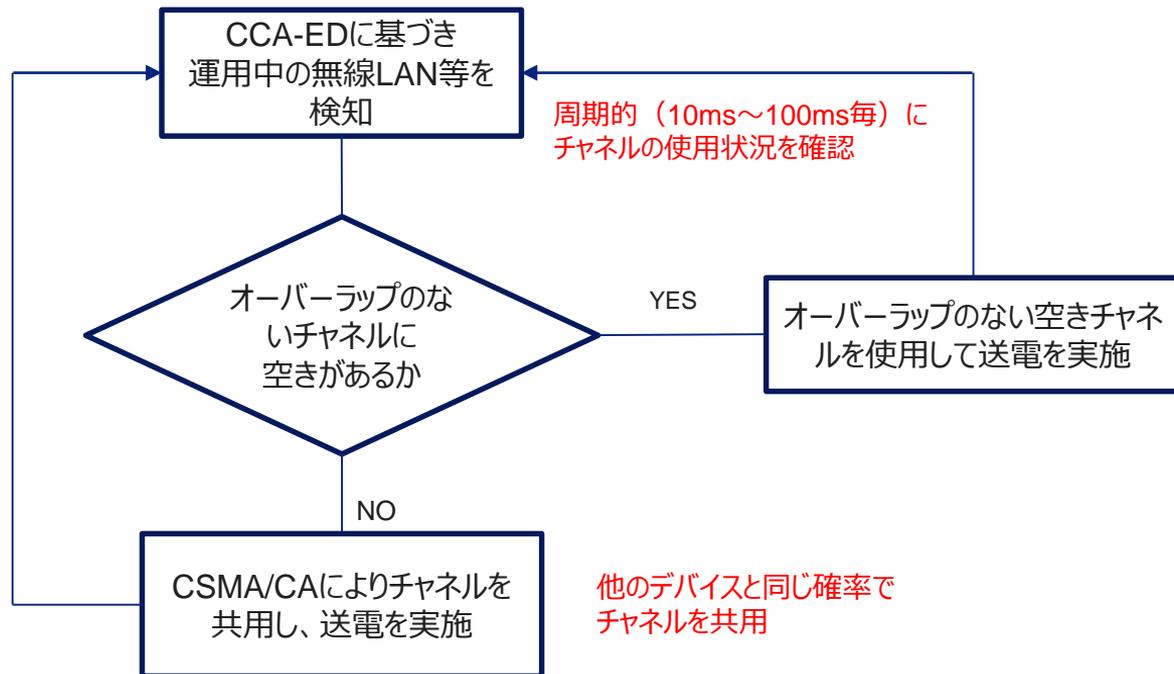


	①送電 スケジューリング	②ビーコン	③送電
周波数	2400 - 2499 MHz		
帯域幅	2MHz	100kHz未満 / 2MHz	100kHz未満
最大電力	3.2mW (5 dBm)	10mW (10 dBm)	15W(*) (43dBm)
最大 アンテナ利得	2dBi	6dBi	24dBi(*)
域外漏えい 電力			-114 ~ -142 dBc/Hz @ 1-100 MHz
備考	IEEE802.15.4 準拠	CW / BPSK等	CW

(*) 256素子の合計

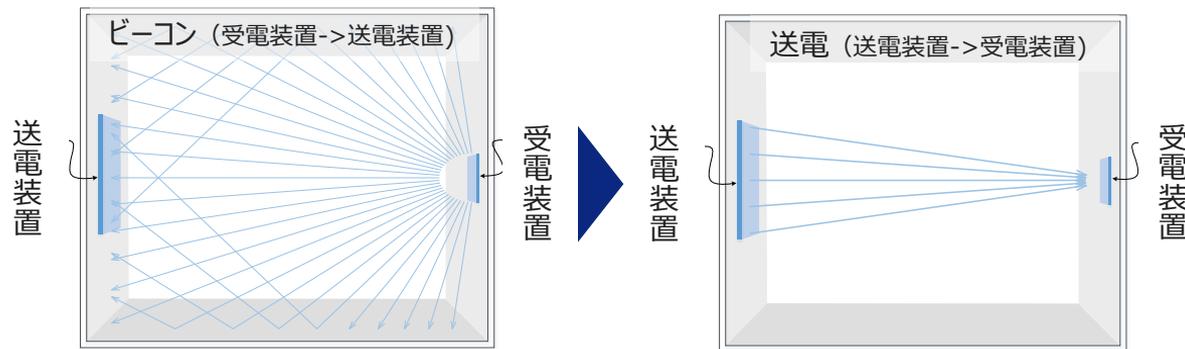
キャリアセンスによる周波数共用

- 他の無線システムの使用状況を確認し、利用する周波数（空チャンネル）を決定
- 空きチャンネルで送電開始後、周期的に送電を停止、チャンネルの使用状況を確認
- チャンネルが空きがない場合、CSMA/CAによりチャンネルを共用。他のシステムと同等の確率でチャンネルを使用



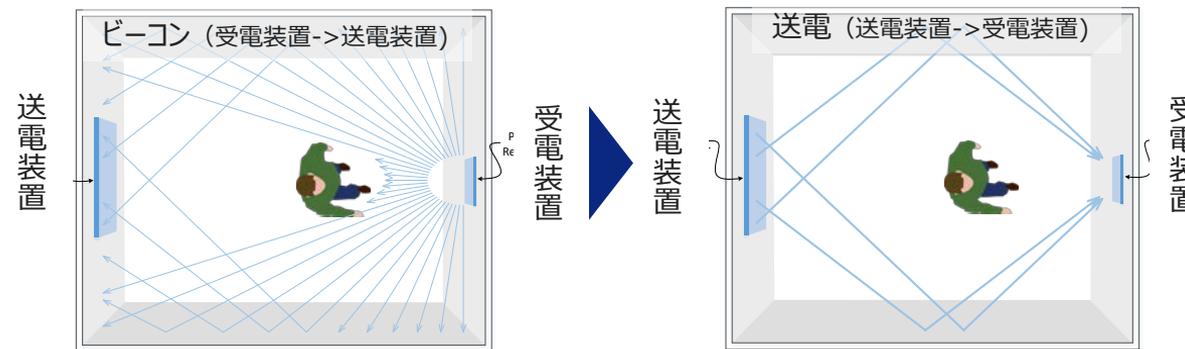
レトロディレクティブ方式による障害物を回避した送電

(1) 障害物がないケース



- ①送電装置は受電装置が全方向に送信したビーコンをアンテナアレーの256素子で受信
- ②一定以上の強度を受信した素子は、ビーコンのパスの到来方向を計算し、同じ方向に送電
- ③障害物がないケースはビーコンが直接送信装置へ届くため、直接届くパスを通じて送電

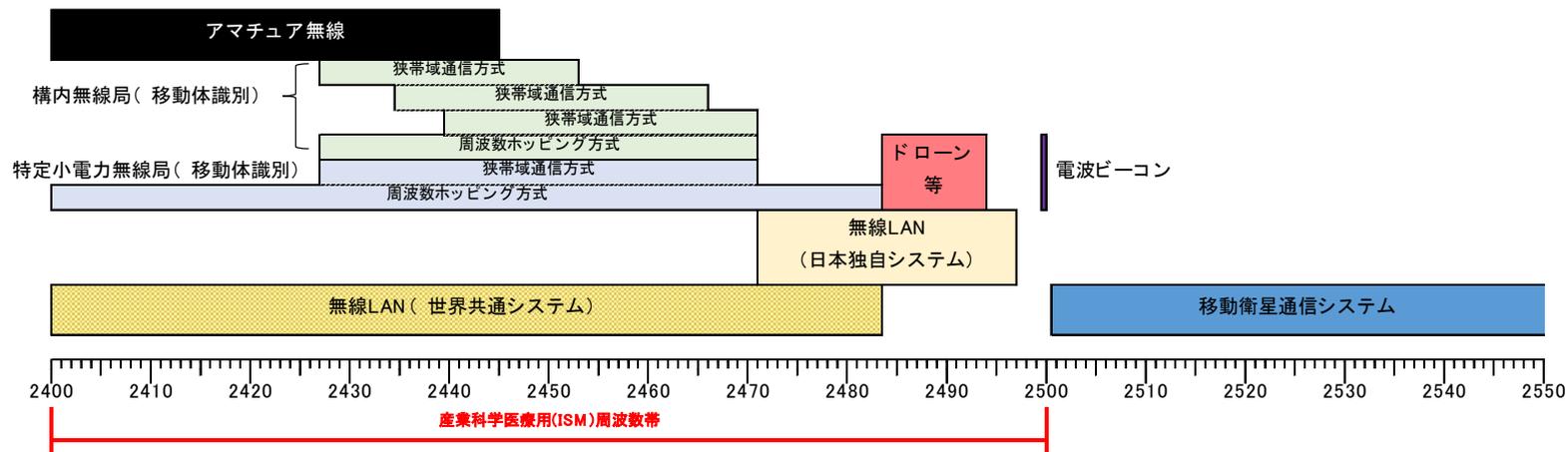
(2) 障害物があるケース (壁面反射を使用した送電パスのみ存在する場合)



受電装置からのビーコンが障害物に遮蔽されて直接送電装置へ届かない場合、壁面の反射のパスを通じて送電

同一・隣接周波数帯を利用する無線システム（2.4GHz帯）

無線システム	周波数範囲	分類1	備考
無線LAN	2400~2497	小電力データ通信システム	屋内外で広く普及
		小電力高度化データ通信システム	
移動体識別 (構内無線局)	2425~2475	狭帯域通信方式	工場での生産物管理 物流分野の物品管理 人員の入退室管理等
		周波数ホッピング方式	
移動体識別 (特定小電力無線局)	2400~2483.5	狭帯域通信方式	無線局、出荷台数 減少傾向
		周波数ホッピング方式	
ドローン等	2483.5~2494		最大1W：要運用調整
電波ビーコン	2499.7		2022年3月停止予定
アマチュア無線	2400~2450		
移動衛星通信システム	2500~2535		通信衛星→端末



(参考) ARIB STD-T113との比較

ARIB STD-T113 で規定されているモバイル機器用マイクロ波帯表面電磁界結合ワイヤレス電力伝送システムは、近接での給電を想定しているため、最大10m程度の距離で給電する本方式は別検討が必要

項目	空間伝送型ワイヤレス電力伝送の値 (例)	STD-T113 モバイル機器用マイクロ波帯表面電磁界結合ワイヤレス電力伝送システム
給電方式	空中線を用いて空間へ意図的に電波を発射し、受信した電波のエネルギーを電流に変換して給電	送電デバイスと受電デバイスがほぼ密着した状態で、コイルや電極を介して給電
周波数	2400-2499MHz (Continuous Wave)	2497MHz を超え2499MHz 未満 (電力伝送をする中心周波数2498MHz) (Continuous Wave)
最大送信電力	15W (256素子の合計)	30W
アンテナ最大利得	24dBi (256素子の合計)	—
帯域外漏えい電力	-114 ~ -142 dBc/Hz @ 1-100 MHz	0.15W 以下 (電力の総和)

(参考) 人体暴露に関する米国での実験結果について

本システムについて送電装置及び受電装置を右図のように設置し、人体ファントムあり/なしの両方で電力束密度を測定した結果、FCCの基準を満たすことを確認

- 人体ファントムなしの場合、右図の測定エリアでの電力密度は最大 $4.83\text{mW}/\text{cm}^2$ 。
- 人体ファントムありの場合、ファントム周辺での電力密度は、最大 $1.6\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下で概ね $1.0\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下。
- SARをシミュレーションから算出すると、FCCの基準上限(1g平均 $1.6\text{W}/\text{kg}$)の50%以下。

