

諮問第2043号

**「空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件」のうち
「構内における空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件」**

概要

令和2年7月

陸上無線通信委員会

主査 独立行政法人 国立高等専門学校機構 安藤真

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班

主任 東京電機大学 三谷政昭 構成員22名

○検討状況

<陸上無線通信委員会>

- 第46回（平成31年1月16日）--空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件について検討するために作業班の開始を承認した。
- 第47回（平成31年2月7日）--空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件に関する提案募集の結果を踏まえ作業班において検討を進めることとした。
- 第54回（令和2年2月6日）--報告書案について議論を行い、意見募集を実施することになった。
- 第56回（平成2年4月20日～24日）--意見募集の結果を踏まえ、報告書案について議論を行った。
- 第59回（平成2年6月29日～7月9日）--報告書案について議論を行い、後日一部修正の上、報告書としてとりまとめた。

<空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班>

- 第1回（平成31年2月20日）--空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件について検討するために作業班の設立が承認された。作業班の設置及び主任の指名について説明があり、主任代理及び構成員の指名並びにスケジュールについて確認等が行われた。また、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件に関する提案募集の結果等について説明があり、今後の検討課題等について議論が行われた。
- 第2回（平成31年4月9日）--各周波数帯における無線通信との共用条件案について議論が行われた。
- 第3回（令和元年5月23日）--各周波数帯における無線通信との共用条件案について議論が行われた。
- 第4回（令和元年7月9日）--各周波数帯における無線通信との共用条件案について議論が行われた。
- 第5回（令和元年12月6日）--各周波数帯における無線通信との共用条件案について議論が行われた。
- 第6回（令和2年1月10日）--各周波数帯における無線通信との共用条件案、報告書案について議論が行われた。
- 第7回（令和2年1月31日）--報告書案について議論が行われた。
- 第8回（令和2年5月22日）--報告書案について議論が行われ、後日一部修正の上、報告書としてとりまとめられた。

■ 検討背景

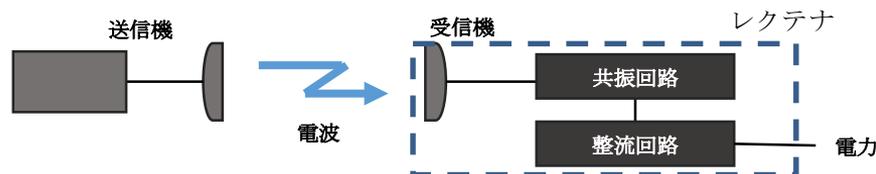
- 近年、家電製品や電気自動車等において、迅速かつ容易に充電することを可能としたWPTシステムのニーズが高まっている。そのため、総務省では、これまでに磁界結合・電界結合等の近接結合型WPTシステムに関する制度化を行ってきたところである。
- これらの方式とは異なり、遠く離れた場所にある受電装置への電力伝送を目的として、電波によって電力を伝送する空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの研究開発が進められ、家庭内や工場内にある電子機器のワイヤレス化をはじめ、災害時の遠隔地へ向けた電力伝送等への活用が期待が寄せられている。
- また、センサネットワークを活用したシステムの普及・拡大が進んでいる。空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムによりこれらのセンサへ給電し、利用することで電池交換のために停止させるといった作業が不要となり、工場等の24時間稼働が可能となることから、産業界からの導入を希望する声が多く聞かれている。
- 2018年（平成30年）8月に公表された「電波有効利用成長戦略懇談会」の報告書において、「空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム」の実用化に係る制度整備に当たっては、周波数の割当てや無線従事者の配置、受信設備への規律等が必要になると考えられることから、基本的には、無線設備として規律していくことが適当と考えられるとの提言がなされた。
- そのため、提案募集及び作業班でのヒアリング等により、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムにおける電波利用に対する技術的条件について検討を行った。

■ 主な検討項目

- (1) 空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件の検討
周波数帯や空中線電力、占有周波数帯幅等の技術的条件について、他の無線システムへの影響を確認した上で検討する。
- (2) その他
制度化に向けた留意すべき事項について検討する。

■ 空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの仕組み

本システムは、送信／受電間で空中線を対向させ、電波として電力を伝送する方式であり、遠距離への送信が可能となる。送信側の空中線には、パラボラアンテナやアレーアンテナ等が、受電側には、空中線素子で受信した高周波信号を、整流回路を介して電力として取り出すまでを一体構造としたレクテナと呼ばれる空中線が用いられる。



【第1ステップ: 本報告のシステム】

「WPT管理環境」での使用

工場、倉庫、配送センター等の無人エリアでの、センサ、カメラ、表示器等への送信



工場、倉庫、配送センター等の有人エリアでの、センサ、表示器等への送信（920MHz帯のみ）



「WPT一般環境」での使用

物流現場での品質管理センサ等への送信（920MHz帯のみ）
老人介護施設等での見守りセンサ等への送信（920MHz帯のみ）



WPT管理環境

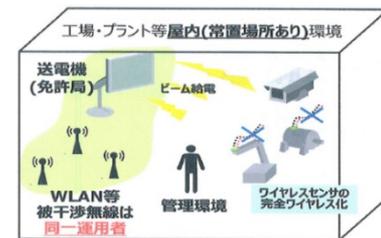
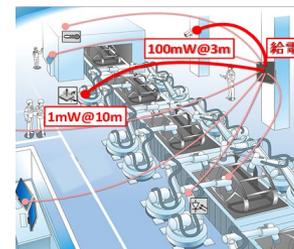
- 屋内、閉空間であること。
- 電波防護指針における管理環境の指針値を上記、屋内、閉空間内で満足するものとする。（電波防護指針における管理環境の指針値を超える範囲に人が立ち入った際には送電を停止することとする。）
- 屋内の管理環境に設置される空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの運用が、他の無線システム等に与える影響を回避・軽減するため、本システムの設置者、運用者、免許人等が、一元的に他の無線システムの利用、端末設置状況を管理できること。
- 当該屋内に隣接する空間（隣接室内、上下階等）においても他の無線システムとの共用条件を満たすか、当該屋内と同一の管理者により一元的に管理できること。【2.4GHz帯、5.7GHz帯】

WPT一般環境

- WPT屋内設置環境の区分のひとつであり、WPT管理環境の定義を満たさない使用環境を指す。

【今後期待される第2ステップ以降】

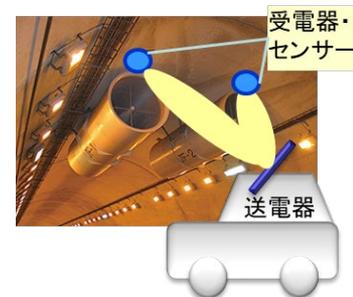
工場、倉庫、配送センター等の有人及び無人エリアでの、センサ、カメラ等への送信



店舗、オフィス等の有人及び無人エリアでの、センサ、表示器、カメラ、モバイル端末等への送信



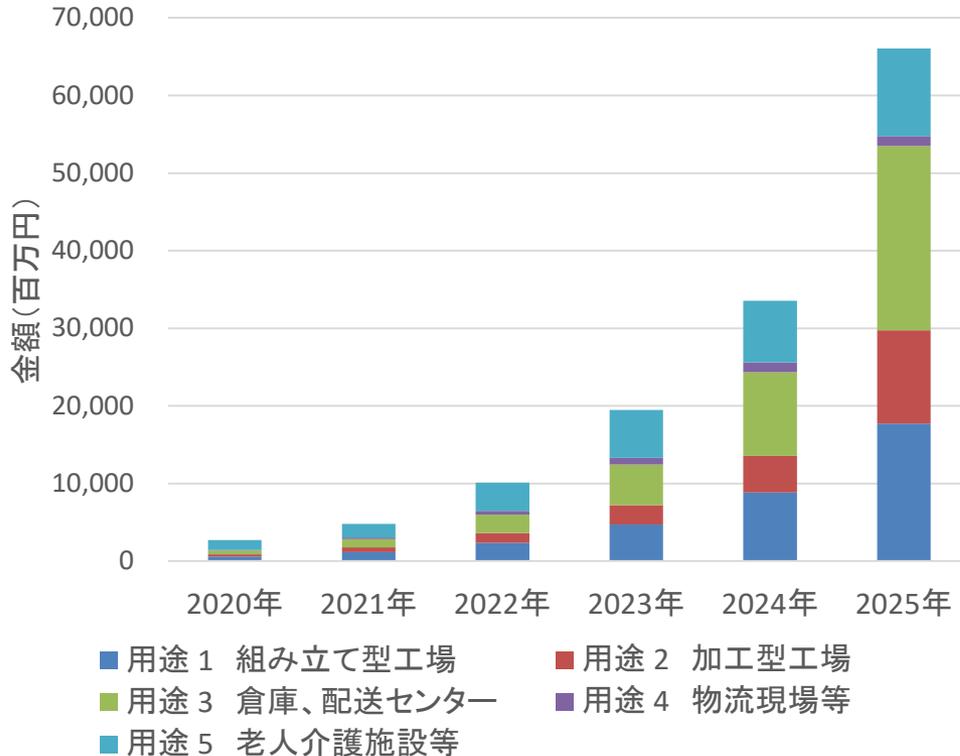
屋外での、センサ、カメラ、モバイル端末等への送信



空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの普及予測

- 本報告の空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムは当初提案よりも制限を設けた第1ステップとなるため、屋内の無人の工場ライン（組み立て型工場）、プラント（加工型工場）、倉庫、配送センターの無人エリア、有人の物流現場、老人介護施設等での普及となり、2025年に約700億円の市場規模が見込まれる。
- また、当初提案された①FA/IoTセンサ、②介護・見守り用途センサ、③モバイル端末（スマートフォン、タブレット等）への展開では、2025年に約5,520億円の市場規模が見込まれる。

本報告のシステムの市場規模予測
(第1ステップ)



当初提案の
市場規模予測

用途	市場規模予測金額 (2025年、国内)
①FA/IoTセンサ	3,750億円
②介護・見守り用途センサ	500億円
③モバイル端末 (スマートフォン、タブレット等)	1,270億円
合計	5,520億円

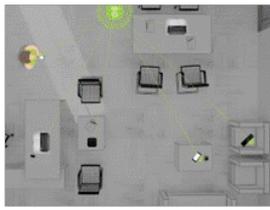
※ ブロードバンドワイヤレスフォーラムにおいて試算
試算方法については報告書「第1章 1.4.3 本システムの導入による国内市場規模予測」に記載

米国の製品化動向

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムにて主に開発を主導している企業を右表に示す。

FCCはこれら3社の製品に対してPart 18 (ISM機器) またはPart 15 (RFデバイス) の個別承認を与えている。

3社はチップセットメーカーと提携し、量産化を見据えた開発を進めているほか、機器メーカーやサービス事業者と連携や開発ツール等の提供を拡大している。いち早く主要なアプリケーションを囲いこむことでデファクトスタンダード化を狙う戦略と考えられる。

企業名/方式	Ossia	Energous	Powercast
概要			
方式	マルチバス方式	Near / Middle Field	Oneアンテナ方式
周波数帯	2.4 GHz帯 / 5.8 GHz帯	913 MHz / 2.4 GHz帯 / 5.8 GHz帯	915 MHz
制度化	ISM機器として一部認可 (FCC)	ISM機器として一部認可 (FCC)	ISM機器として認可 (FCC)
販売	一部販売開始	一部販売開始	販売中
人体防護	近づいて良い距離が示されているのみ。機種によっては異物検知時に放射を抑制。		
他通信システムとの共存	FCCは米国独自の解釈として、WPTをISM機器としている。干渉については双方システムで許容しなければならぬ		

欧州の研究開発動向

2018年から開始されたプロジェクト EnABLES (European Infrastructure Powering the Internet of Things) の Stichting IMEC Nederland (IMEC - NL) において、10m 程度の距離のセンサノードへの電力伝送をターゲットに研究が進められている。ホームセンシング/オートメーションを主なアプリケーションとして想定し、868MHz/915MHz 及び 2.45GHz 帯の送受信空中線設計、RF-DC 変換機構の最適化等の技術開発を予定している。

韓国の研究開発、製品化動向

韓国研究財団 (NRF) の助成 (2014-2021) を受け、成均館大学 (SKKU) に Energy Harvesting Communication Research Center (EHCRC) を設置し研究活動を行っている。助成額は総額約 1,000 万ドルであり、SKKU のほか韓国科学技術院 (KAIST) やソウル大学も参画している。無線通信と無線電力伝送を融合した Wireless-Powered Communication の開発を目指し、企業パートナーとして KT、SK テレコム、LG 電子、サムスン電子等も参加し、産学の連携体制で要素技術開発、商用システムへの適用検証、標準化活動を進める計画である。

中国の研究開発動向

西安、重慶、四川、上海等の複数の大学や研究機関にて重点的にマイクロ波による電力伝送システムの研究開発を行っており、屋外で複数の空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムのデモンストレーションや実証実験が行われている。また、携帯基地局からの電波をハーベストし、ドローンに無線充電するシステムをファーウェイ社が計画中であると、2017年の展示会MWC (Mobile World Congress) で発表され、その後の研究開発が期待されている。

ニーズを具体的に検討した結果、低コストの無線設備実現、国際標準化の観点も踏まえ、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムに活用可能な3つの周波数について検討対象を絞った。

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
使用環境	屋内工場 介護施設 等	屋内工場 プラント 倉庫 等	屋内工場 プラント 倉庫 等
利用目的	センサネットワーク の電源提供	センサ、表示器等 の電源提供	センサ、表示器等 の電源提供
利用方法	無指向性空中線又はワイド ビームにより物陰等の見通 し外を含めた広範囲、複数 同時に送信を行う	無線LAN 機器を利用した ビーコン信号等により既存 システムと連携し、廉価な 受電装置により電力の1対 1送信を行う	専用受電装置にて細かい制 御による送信装置のビーム 制御を行い、受電装置の向 きを切替えることにより、 長時間かつ高電力の1対1 送信と等価的な送信を行う
受電装置台数 (送信装置1台あたり)	5~10台 (同時)	1~数10台 (逐次)	1~数10台 (逐次)
動作必要電力※	数 μ W ~ 数百 μ W	約50mW ~ 約2W	数mW ~ 数100mW
伝送距離	~5m程度	~10m程度	~10m程度
人がいる時の 送信	実施可能 (電波防護指針を超えない 範囲)	実施しない	実施しない

※センサ、表示器等の動作に必要な電力であり、空間伝送電力とは異なる。

他システムとの共用検討 ①干渉検討の条件

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの共用検討パラメータ。

【空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムは単一方向へ電波により電力を送信するシステムとなることから共用検討に当たっては、与干渉による検討のみ実施】

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
送信出力	1W (30dBm)	15W (41.8dBm)	32W (45.0dBm)
周波数	918.0、919.2MHz	2412、2437、 2462、2484 MHz	5740、5742、5744、 5746、5748、5750、 5752、5758、5764MHz
等価等方輻射電力	最大36dBm	最大65.8dBm	最大70.0dBm
占有周波数帯幅許容値	200kHz	規定しない	規定しない
空中線利得 (送信)	6.0dBi	24.0dBi	25.0dBi
空中線高 (送信)	屋内設置 (床高2.5m)	屋内 天井面下向き設置 (床高4.5m)	屋内 天井面下向き設置 (床高5m)
空中線指向特性 (2.4GHz帯と 5.7GHz帯は下向き が正面)			
利用場所	屋内 WPT管理環境、WPT一般環境	屋内 WPT管理環境	屋内 WPT管理環境
変調方式	規定しない	NON	NON
壁等の通過損失値	10.0dB	14.0dB	16.0dB

共用・共存対象となる 被干渉無線システム	共用条件のポイント・状況
デジタルMCA	<ul style="list-style-type: none"> 離隔距離の確保、設置条件の調整、フィルタの挿入等の対策を行い、壁損失も見込めることから共用可能
高度MCA 移動局	<ul style="list-style-type: none"> 過去の報告書（900MHz帯自営用移動通信システムの高度化に関する技術的条件）を踏襲しつつ、一部干渉確率計算を追加で検討実施 近接時又は双方の空中線が対向するような場合での干渉が発生する恐れがあり、注意喚起が必要。それ以外は共用可能
高度MCA 基地局	<ul style="list-style-type: none"> 共用可能
携帯電話(LTE) 基地局および移動局	<ul style="list-style-type: none"> 共用可能
RFID 構内無線(パッシブタグ1W) 特定小電力(パッシブタグ 250mW) テレメータ用、テレコント ロール用 及びデータ伝送用無線設備 (アクティブタグ)	<ul style="list-style-type: none"> パッシブ系電子タグシステム1W設備に準拠することで共用可能
電波天文	<ul style="list-style-type: none"> 1.4GHz帯を使う電波天文台の設置位置から37.5kmの見通しとなる範囲では、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムを設置しない制限区域とすることで共用可能

共用・共存対象となる被干渉無線システム	共用条件のポイント・状況
無線LANシステム	<ul style="list-style-type: none"> • キャリアセンスにより、共用可能
移動体識別 (構内無線局、特定小電力無線局)	<ul style="list-style-type: none"> • WPT管理環境内においては、同一管理者による設置状況の管理が可能であることを前提として、キャリアセンスの動作可能な範囲に設置することで共用可能。 • 互いの空中線が正対しないように調整することで機器破壊が回避できる
無人移動体高速伝送システム (ロボット無線システム)	<ul style="list-style-type: none"> • 必要に応じ運用調整を行うことで共用が可能
移動体衛星無線システム (N-STAR)	<ul style="list-style-type: none"> • 衛星方向に対して所要離隔距離を確保する他、必要に応じ運用調整を行うことで共用可能
移動体衛星無線システム (グローバルスター)	<ul style="list-style-type: none"> • 必要に応じ運用調整を行うことで共用が可能
放送事業者用無線局 (FPU)	<ul style="list-style-type: none"> • 所要離隔距離・設置条件を満たすことで共用可能
電波ビーコン	<ul style="list-style-type: none"> • 所要離隔距離を確保することで共用可能 (2.4GHz帯の電波ビーコンは令和3年度末にサービス終了予定)
電波天文	<ul style="list-style-type: none"> • 小金井及び水沢観測所においては1.6km、野辺山、臼田、石岡、石垣島及び入来観測所においては5.7kmの範囲に空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムを設置しない制限区域とすることで共用可能
アマチュア無線	<ul style="list-style-type: none"> • 設置条件及び必要に応じ運用調整を行うことで共用可能

共用・共存対象となる被干渉無線システム	共用条件のポイント・状況
無線LANシステム	<ul style="list-style-type: none"> • キャリアセンスにより共用可能 • WPT管理環境においては、同一管理者による設置状況の管理が可能であることを前提として、キャリアセンスの動作可能な範囲に設置することで共用可能。 • 互いの空中線が正対しないように調整して運用することで機器破壊が回避できる
DSRC(狭域通信)システム	<ul style="list-style-type: none"> • DSRC側の指向性減衰量及び壁損失を含む個別干渉計算を実施し、干渉計算結果の所要離隔距離を確保することにより共用可能。 • 干渉発生時など必要に応じて運用調整による調整を実施
放送業務用 STL/TTLシステム	<ul style="list-style-type: none"> • 所要離隔距離・設置条件を満たすことで共用可能
放送事業用 FPU/TSLシステム	<ul style="list-style-type: none"> • 所要離隔距離・設置条件を満たすことで共用可能
無人移動体高速伝送システム (ロボット無線システム)	<ul style="list-style-type: none"> • 離隔距離の確保ないしは、運用調整により共用可能
気象レーダー	<ul style="list-style-type: none"> • 離隔距離の確保により共用可能 (気象レーダから3.3km内を制限区域とする)
電波天文	<ul style="list-style-type: none"> • 臼田観測所から1.1km、石岡観測所から1.8kmの範囲にて空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムを設置しない制限区域とすることで共用可能
アマチュア無線	<ul style="list-style-type: none"> • EME/レピータの帯域を除き、19chを9chに削減。 • 運用調整の枠組みを整える

電波防護指針の適合性

基本的な考え方

- システムの運用形態に応じて、電波防護指針に適合するようシステム諸元の設定に配慮する必要がある。
- 電波防護指針では、評価する対象が、電波利用の実情が認識されているとともに、防護対象を特定することができる状況下であり、注意喚起等必要な措置可能な場合は、管理環境の指針を適用し、このような条件が満たされない場合は、一般環境の指針を適用することとしている。
- 特に、人体の近傍（20cm以内）で使用が想定されるものについては、人体における比吸収率の許容値に適合する必要がある（ただし、平均電力が20mWを超えない場合は、適用対象外となる）

検討結果

各周波数帯における電波防護指針を満足する離隔距離

周波数	条件 (電波防護指針での区別)	反射係数 K=1	反射係数 K=2.56	反射係数 K=4	電波の強度に6dBを加算	
					反射係数 K=2.56	反射係数 K=4
周波数 f=920MHz	管理環境	0.102m	0.163m	0.203m	0.325m	0.4065m
	一般環境	0.227m	0.364m	0.456m	0.727m	0.912m
周波数 f=2400MHz	管理環境	2.45m	3.92m	4.90m	7.82m	9.80m
	一般環境	5.48m	8.76m	10.95m	17.49m	21.90m
周波数 f=5700MHz	管理環境	4.00m	6.40m	8.00m	12.80m	16.00m
	一般環境	9.00m	14.30m	17.80m	28.50m	35.70m

※反射係数Kは次のとおり。

大地面の反射を考慮する場合	2.56
水面等大地面以外の反射を考慮する場合	4
すべての反射を考慮しない場合	1

注：算出地点付近にビル等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合、算出した電波の強度の値に6dBを加える。

参照
平成11年郵政省告示第300号
電波防護のための基準への適合確認の手引き

- 本システムの2.4GHz帯及び5.7GHz帯では、人体検出機能を備え、電波防護指針値を超える範囲に人が立ち入ったことを検出した場合は、送信を停止する機能を有することと、これを正しく機能させることでの安全対策、さらに電波防護指針を超える範囲には表示や柵等を設ける対応も併せて実施する。
- 920MHz帯では電波防護指針を満たす距離が比較的近距离となるため、WPT一般環境での使用が可能。
- ユースケース及び上記電波防護指針への対策により、人体の近傍（20cm以内）での使用は想定されない。そのため、人体の近傍における比吸収率についての検討は必要ない。

技術的条件案(一般的条件(1))

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
無線周波数帯	917.8MHz~919.4MHz	2410MHz~2486MHz	5738MHz~5766MHz
チャンネル	918.0MHz及び 919.2MHz	2412MHz、2437MHz、 2462MHz、2484MHz	5740MHz、5742MHz、 5744MHz、5746MHz、 5748MHz、5750MHz、 5752MHz、5758MHz、 5764MHz
送信/通信方式	単行通信・単信・複信・ 半複信・同報通信方式	単向方式	単向方式
変調方式	規定しない	無変調 (NON)	無変調 (NON)
送信装置と受電装置の 通信	規定しない	規定しない	規定しない
受電装置からの ビーコン信号	規定しない 他方式通信を使用する	規定しない 他方式通信を使用する	特定小電力設備等を使用した送信 設備からの指示により、送信装置 と同一周波数帯の電波を発射する ものとする。ただし、特定小電力 無線設備等を使用した情報により、 受電装置の位置を特定が可能な装 置については、この機能を有しな いものとする。
送信装置の筐体	高周波部及び変調部は、容易に開 けることができないこと	高周波部及び変調部は、容易に開 けることができないこと	高周波部及び変調部は、容易に開 けることができないこと
送信空中線	規定しない	ビームフォーミングによる可変 ビーム指向性空中線	ビームフォーミングによる可変 ビーム指向性空中線
設置環境	「WPT管理環境」又は「WPT一 般環境」	「WPT管理環境」	「WPT管理環境」

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
キャリアセンス	規定しない	①キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。 ②キャリアセンスは、電波を発射する周波数が含まれる単位チャンネル及び隣接チャンネル並びに次隣接チャンネルに対して行い、0.17ms以上行うものであること。 ③キャリアセンスレベルは、給電線入力点にて、発射しようとする電波と同一周波数が含まれるチャンネルにおける受信電力において-72dBm/20MHz、隣接及び次隣接チャンネルにおいて-62dBm/20MHzとし、これを超える場合は、送信を行わないものであること。 ④共用状態確認の認定の時間基準については、特に規定しない。	①キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。キャリアセンスは、5470MHz以上 ②5730MHz以下の周波数に対して行うこと。 ③キャリアセンスレベルは、5680MHz以上5730MHz未満の周波数チャンネルにおいて-75dBm/20MHz、5570MHz以上5680MHz未満の周波数チャンネルにおいて-72dBm/20MHz、5470MHz以上5570MHz未満の周波数チャンネルにおいて-60dBm/20MHz以上であること。 ④累積非検出時間が4ms以上とし、送信は開始後8ms以内に終了すること。ただし、非共用状態であることを認定した場合は、5秒間は、送信の時間を192msに変更できる。 ⑤非共用状態であることの認定は、③に規定されるキャリアセンスレベルで、1秒間以上の検出が無い状態とすること。
送信時間制限装置	「WPT一般環境」では、電波を発射してから4秒以内に電波の発射を停止し50msを経過した後でなければその後の送信を行わないこと。また、「WPT管理環境」では、送信時間制限装置は規定しない。	規定しない	規定しない

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
人体検出機能	規定しない	電波防護指針の指針値を超える範囲に人が立ち入ったことを検出し、送信を停止する機能を有する	電波防護指針の指針値を超える範囲に人が立ち入ったことを検出し、送信を停止する機能を有する
空中線の設置方法	規定しない	最大空中線利得方向が大地面方向に対して±10度以内となるように原則として天井へ設置すること また、設置は地下又は地上1階とし、高層階への設置は行わないものとする	最大空中線利得方向が大地面方向に対して±10度以内となるように原則として天井へ設置すること
電波防護指針への適合	電波防護指針に適合すること 使用環境に合わせて一般環境又は管理環境を適用すること	電波防護指針(管理環境)に適合すること	電波防護指針(管理環境)に適合すること

技術的条件案（無線設備の技術的条件(1)）

	920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
周波数の許容偏差	$\pm 20.0 \times 10^{-6}$ 以内	$\pm 50.0 \times 10^{-6}$ 以内	$\pm 20.0 \times 10^{-6}$ 以内
占有周波数帯幅の許容値	200kHz以内	規定しない	規定しない
隣接チャンネル漏えい電力	無線チャンネル端において10dBm以下、隣接チャンネル漏えい電力は0.5dBm以下であること	規定しない	規定しない
不要発射の強度の許容値	表4.1.1	表4.2.1及び図4.2.2	表4.3.1及び図4.3.2
空中線電力	1W以下	合算値にて15W以下	合算値で32W以下
空中線利得	6dBi以下 ただし、等価等方輻射電力が36dBm以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができる	24dBi以下 ただし、等価等方輻射電力が65.8dBm以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができる	25dBi以下 ただし、等価等方輻射電力が70.0dBm以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができる
空中線指向性	規定しない (920MHz帯は他の無線システムとの干渉検討において、正対においても共用条件が確保できているので、設置向きを制限を設けない。)	ビーム指向性を任意に形成・制御できること ただし、大地面方向に対しての角度範囲 θ を60度以上としたビーム指向性の形成を行わないこと	ビーム指向性を任意に形成・制御できること ただし、大地面方向に対しての角度範囲 θ を60度以上としたビーム指向性の形成を行わないこと
等価等方輻射電力の制限値	規定しない	大地面方向に対して80~90度の範囲において47dBm/MHz以下のこと	大地面方向に対して80~90度の範囲において47dBm/MHz以下のこと
空中線電力の許容偏差	上限20%、下限80%以内	上限20%、下限50%以内	上限20%、下限50%以内
受電装置	副次的に発する電波等の限度は、930MHz以下(915MHzを超え930MHz以下を除く。)は-54dBm/100kHz以下、1.215GHzを超えるものは-47dBm/MHz以下	規定しない (2.4GHz帯高度化小電力データ通信等の他の無線システムにて規定した通信により制御)	周波数の許容偏差は $\pm 20.0 \times 10^{-6}$ 以内 不要発射の強度の許容値は表4.3.2のとおり 空中線電力は0.32mW以下(上限20%、下限50%以内) 等価等方輻射電力は0dBm以下。

不要発射の強度の許容値
表4.1.1

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照帯域幅
710MHz以下	-36dBm	100kHz
710MHz を超え 900MHz 以下	-58dBm	1MHz
900MHz を超え 915MHz 以下	-58dBm	100kHz
915MHz を超え 915.7MHz 以下及び 923.5MHz を超え 930MHz 以下	-39dBm	100kHz
915.7MHz を超え 923.5MHz 以下	-29dBm	100kHz
930MHz を超え 1GHz 以下	-58dBm	100kHz
1GHz を超え 1.215GHz 以下	-48dBm	1MHz
1.215GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz

表4.2.1

中心周波数 f_c からの 離調周波数	不要発射の上限値 (給電点による電力)
1MHz	15.8(dBm/MHz)
10MHz以上	-34.2(dBm/MHz)

表4.3.1

中心周波数 f_c からの離調周波数	不要発射の強度の許容値 (給電点による電力)	不要発射の強度の許容値 (EIRP)
-350MHz 以下	-48 dBm/MHz	-23 dBm/MHz
-350MHz を超え -200MHz 以下	-46 dBm/MHz	-21 dBm/MHz
-200MHz を超え -80MHz 以下	-38 dBm/MHz	-13 dBm/MHz
-80MHz を超え -10MHz 以下	-24 dBm/MHz	1 dBm/MHz
-10MHz を超え -2MHz 以下	-14 dBm/MHz	11 dBm/MHz
-2MHz を超え -50kHz 以下	8 dBm/MHz	33 dBm/MHz
50kHz を超え 2MHz 以下	8 dBm/MHz	33 dBm/MHz
2MHz を超え 10MHz 以下	-14 dBm/MHz	11 dBm/MHz
10MHz を超え 80MHz 以下	-24 dBm/MHz	1 dBm/MHz
80MHz を超え 900MHz 以下	-38 dBm/MHz	-13 dBm/MHz
900MHz を超えるもの	-48 dBm/MHz	-23 dBm/MHz

図4.2.2

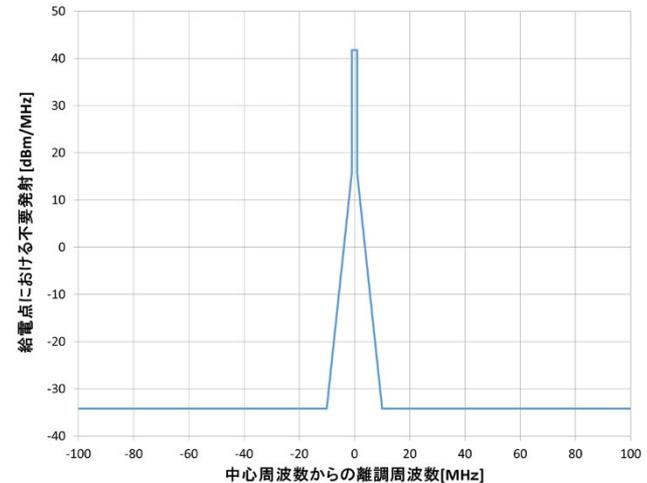
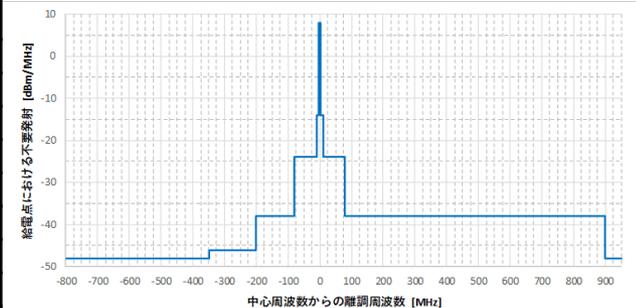


図4.3.2



■ 運用調整等

本検討システムの対象である屋内での使用環境を「WPT屋内設置環境」とし、そのうち、人の有無及び他の無線システムの運用を含めて一元的に管理を要する「WPT管理環境」とそれ以外の「WPT一般環境」を定義し、管理を実施することが必要である。

既存の無線システム等に与える影響を回避・軽減するためには、設置環境に配慮した設置や周波数の有効利用を図るために、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの産業界がコアとなって、官民が連携した、既存の無線システムとの運用調整のための仕組みが構築され、電波の利用環境の維持に努めることが必要である。

■ 無線局としての管理の方向性

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムについては、上記のようにWPT管理環境や運用調整を前提とし、これには電波防護指針への適合性の確認等を必要とすることから、免許を必要とする無線設備とすることが適当である。

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムは、工場、倉庫及び介護現場での利用を想定しており、利用者の利便性も考慮し移設の際に変更申請等が必要のない構内無線局とすることが適当と考えられる。ただし、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムでは、「WPT屋内設置環境」内での移設に限定する必要がある。さらに、設置建物、設置階等の設置方法が変わる等の「WPT屋内設置環境」外への漏洩電力が著しく変わる場合には、干渉検討を実施する必要がある。

■ 920MHz帯の「特定無線設備」及び無線従事者配置不要について

本検討の920MHz帯を使用した空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの空中線電力1W以下となる送信装置に関しては、他の無線システムを含めた周囲への影響と機器の操作に関してはRFIDシステムと同等であることから、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムのいち早い普及の推進と申請者設置免許人への負担軽減等のために、RFIDシステムと同様に「特定無線設備」としての取扱いとすること及び無線従事者の配置を不要とすることが望まれる。

本システムの設置に際しては、無線LANシステム等の無線システムと同一空間内に設置・使用されることによる影響が想定される。そのため、他の無線システムとの周波数共用の検討や、人体の電波防護に関する検討を行う際、使用する環境として「WPT屋内設置環境」を新たに定義し、規定するものとした。なお、本検討ではいずれの周波数帯においても屋内限定としたことから屋外使用に関する設置環境については本報告による検討対象から除外している。

■WPT屋内設置環境

「WPT屋内設置環境」を本検討での空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの設置環境と定義する。これは、下記に示す定義に対応する使用環境「WPT管理環境」とし、この定義に基づく管理を必要としない使用環境である「WPT一般環境」とに区分される。また、屋内の定義としては、窓を含めた「WPT屋内設置環境」の周囲にある壁損失が参考資料9【壁等の通過時の損失】にて検討した干渉検討に使用する壁損失以上を担保し、他の無線システム等への干渉を低減できる環境とする。

■WPT管理環境

- 屋内、閉空間であること。
- 電波防護指針における管理環境の指針値を上記、屋内、閉空間内で満足するものとする。（電波防護指針における管理環境の指針値を超える範囲に人が立ち入った際には送電を停止することとする。）
- 屋内の管理環境に設置される空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの運用が、他の無線システム等に与える影響を回避・軽減するため、本システムの設置者、運用者、免許人等が、一元的に他の無線システムの利用、端末設置状況を管理できること。
- 当該屋内に隣接する空間（隣接室内、上下階等）においても他の無線システムとの共用条件を満たすか、当該屋内と同一の管理者により一元的に管理できること。【2.4GHz帯、5.7GHz帯】

■WPT一般環境

上記「WPT管理環境」の定義を満たさない使用環境である「WPT一般環境」では、同一屋内空間においても一元的には管理されない他の無線システムに干渉を与える可能性があり、これを考慮した対策等も必要である。（なお、WPT一般環境では、電波防護指針における一般環境の指針値を満足するものとする。）

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムでは、既存の無線システム等に与える影響の回避・軽減を考慮し、設置環境に配慮した設置や周波数の有効利用を図るため、既存の無線システムとの運用調整のための官民が連携した仕組みの構築について検討が行われることが必要である。

空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムと既存の無線通信システムとの共用のためには、空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムを新たに設置する場合において壁損失等の条件を満たす必要がある。また、設置後も、設置場所のレイアウトの変更等が条件の適合性に影響を生じる可能性が考えられるため、制度化にあたってはこれらのことに配慮した検討が行われることが必要である。

また、電力伝送を目的とする空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムは、主に通信を目的としてきた既存の無線システムとは性格を異とするものであり、運用調整に当たり、それぞれのシステム設置者等は、混信の除去に積極的に対応することが求められる。

本検討では、第1ステップとして、工場等の屋内での利用を前提とした空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムに関し、他の無線通信システムとの共用や電波の安全性について検討を行った。今後、第2ステップ以降における屋外での利用や大電力化の可能性の検討においては、技術や研究の進展、商用化の時期や実用化の取組状況等を踏まえて、干渉の評価やその抑圧、周波数の有効利用等について改めて検討が行われることが必要である。

以上