

総務省 情報通信審議会
情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会
空間伝送型ワイヤレス電力伝送作業班 御中

「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

2019.2.20

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WG (WPT-WG)

マイクロ波空間伝送型WPTについて

- ◆電力伝送距離の大きなマイクロ波空間伝送WPT技術は、あらゆるモノが通信を介してネットワークに接続されるIoT社会を支える次世代のインフラ技術となり、Society5.0の実現に大きく貢献。
- ◆同技術はスマートモビリティや産業用ロボットの電動化・自動化・コネクテッド化とも親和性が高く、有線で充電するという最後の物理的制約からこれらを解放。

◆伝送距離は近距離から宇宙空間まで、伝送パワーは1W以下からMWまで展開可能性のある技術であるが、段階を踏んで実用化を進めることを提案する。

第1ステップ 2020年実用化（被干渉無線システム等との具体的共用検討中）
屋内利用・数10Wクラス
IoTセンサーネットワーク、モバイル機器への給電

第2ステップ 2022年頃実用化（被干渉無線システム等との共用案検討中）
屋内・屋外利用・数10Wクラス
屋外を含むIoTセンサーネットワーク、モバイル機器への給電

第3ステップ以降
屋内・屋外利用・大電力 ～kWクラス
スマートモビリティ、ロボット・ドローンへの給電・充電
災害時の電力供給等

ユースケース①

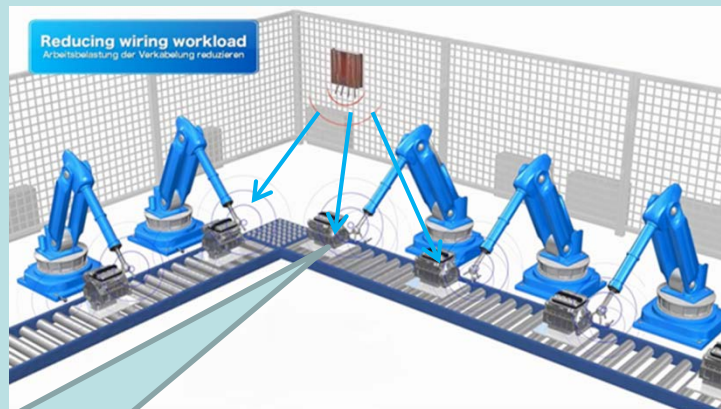
第1ステップ

①屋内利用・数10Wクラス マイクロ波空間伝送WPT

①FA/IoT

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(電池交換不要、メンテナンスフリーに)

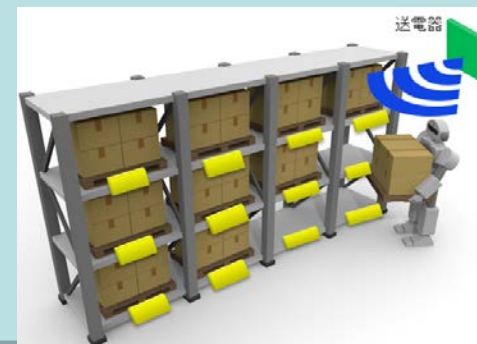
工場内の生産設備用センサへのWPT



設備・工程管理センサへのWPT



工場内倉庫、配送センタ、店舗の表示端末等
へのWPT



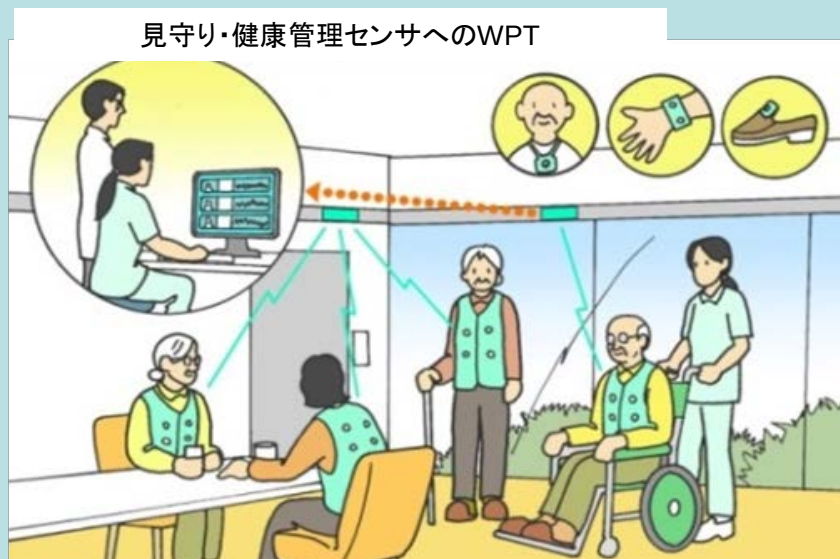
ユースケース ② ③

第1ステップ

①屋内利用・数10Wクラス マイクロ波空間伝送WPT

②介護・見守り用途センサ

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(電池交換不要、メンテナンスフリーに)



③モバイル端末(スマートフォン、タブレットなど)

オフィスにいただけで、意識しなくても
携帯情報端末等に常時充電・給電
(充電残量を気にすることなくあらゆる
場所で快適に仕事ができる環境へ)



市場普及予想

①FA/IoT

センサ市場規模：3,750億円（2025年、国内）

（2025年のIoTセンサシステムは250万システム、12.5兆円規模（矢野経済研究所資料より推定）。うち、WPT搭載率30%、システム中のWPTコスト比率10%として、3,750億円）

②介護・見守り用途センサ

市場規模：500億円（2025年、国内）

（生体センシング、位置把握・管理、見守りなどのセンサにWPT機能を付加し、市場規模5000億円の10%に搭載されたと仮定した場合。システムやサービスビジネスも考えると更に増える）

③モバイル端末（スマートフォン、タブレットなど）

市場規模：1,270億円（2025年、国内）

（2025年スマートフォン市場で34百万システム、搭載率47%として550億円。タブレット端末24百万システム搭載率30%として230億円。（富士経済推定、WPT機器を3,200円～3,500円と想定）。更に、送電インフラ市場として100万システム×5万円=500億円を仮定）

マイクロ波空間伝送WPT仕様案 1（第1ステップ 2020年の実用化を検討中）

周波数帯		920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
WPT波	周波数	918.0MHz 919.2MHz	2400-2499MHz のうち100kHz未満※ ¹	5.725-5.770GHz及び 5.470-5.725GHz のうち100kHz未満※ ¹
	最大空中線電力	1W(30dBm)	15W(41dBm)	32W(45dBm)※ ²
	最大アンテナ利得	6 dBi	24dBi	30dBi※ ²
	最大EIRP	4W(36dBm)	65dBm	70dBm※ ²
	電波の型式	N0N、G1Dなど	N0N※ ¹	N0N※ ³
	利用場所	屋内	屋内※ ²	屋内(管理環境)
	動作仕様等	ARIB-STD-T106 に準ずる	・人体等障害物回避機能 ・他無線システム検出・ 停波機能	・人体検出・停波機能 ・他無線システム検出・停波機能
	備考		※ ¹ 別に受電機器と既存方式での通信を実施 ※ ² 管理者がいる環境を想定	※ ¹ 給電ON/OFF及びID送付実施の場合 ※ ² 空中線電力・アンテナ利得は最大EIRPを超えない様設定 ※ ³ ID送付の場合はF1D等定包絡変調(検討中)

1) 920MHz帯

背景

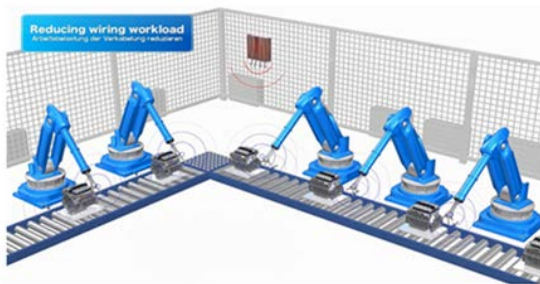
多数配置されるIoTデバイスの大きな課題の一つが電源である。例えば、工場品質を支える環境センサ、少子高齢化における介護や見守り問題の補助となる生体情報センサなどにおける電源は、大きな課題になることが予想されている。そこで、この課題に対して、ワイヤレス、電池レスでセンサネットワークの構築が期待できるマイクロ波電力伝送技術への期待は大きい。920MHz帯は2.4GHz帯、5.7GHz帯と比較して伝搬減衰が小さく、回り込みやすく、より広範囲への給電が期待できる。

目的

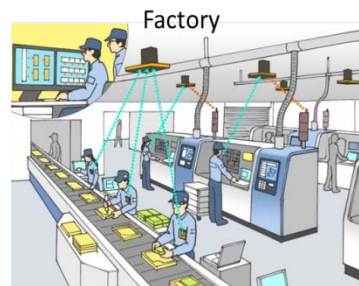
マイクロ波WPTは、センサネットワークの電源を提供する。

利用シーン

工場や介護現場などの屋内限定で利用する。
送電器から数m離れたWPT受電器に、センサネットワークの電源（数 μ W～数百 μ W級）を提供し、センサー駆動と情報通信を行う。

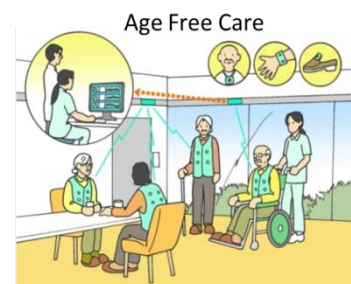


ロボット可動部のセンサ
（工場品質）



Machine and Line management in Factory

製品や動線管理
（工場品質）



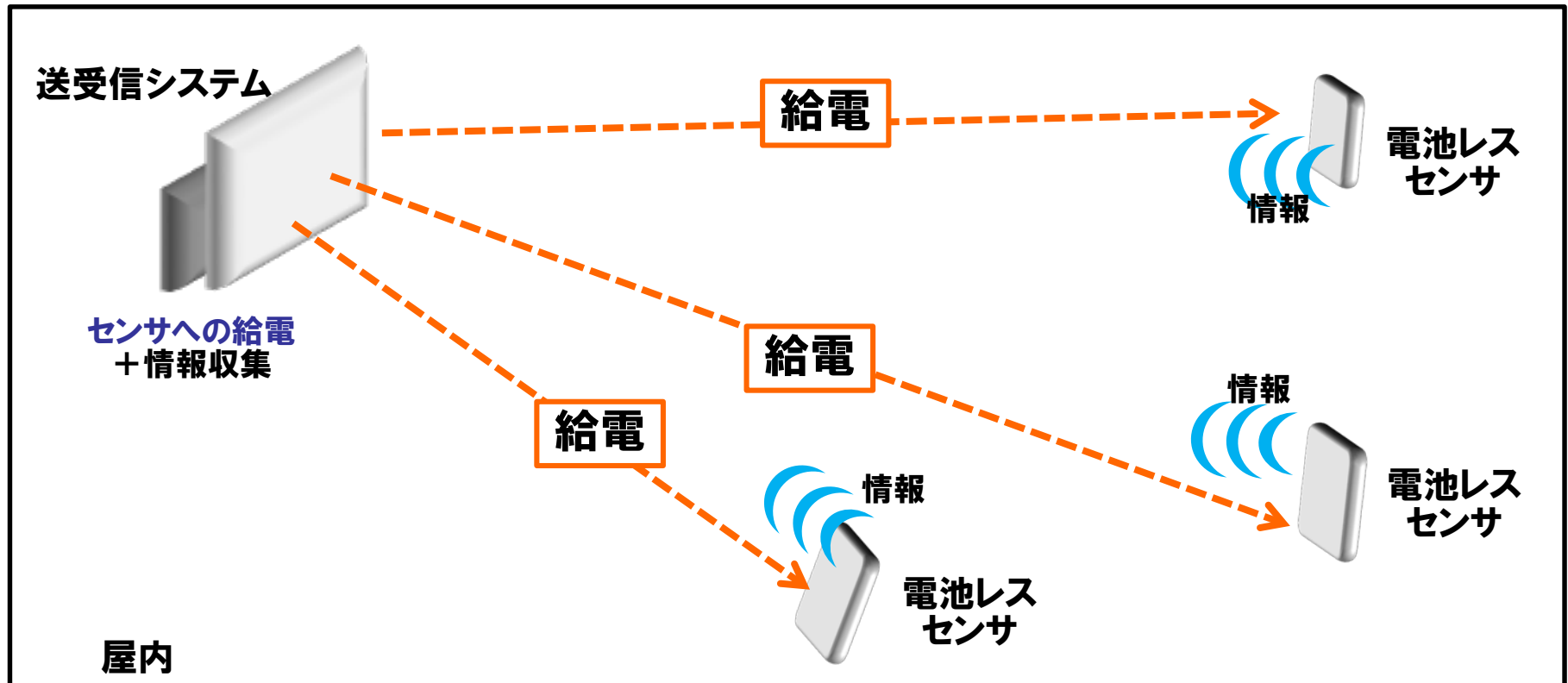
健康管理・見守り
（介護現場）

1) 920MHz帯

システム構成

送電 : ARIB-STD-T106準拠の範囲にて実施

情報通信 : ARIB-STD-T106準拠またはBLE等の既存通信規格にて実施



2) 2.45GHz帯

背景

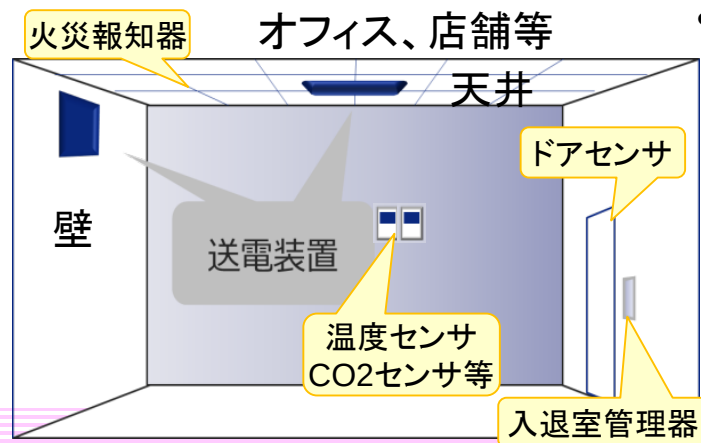
少子高齢化による労働力不足から配線工事や電池交換が不要な、スマートオフィス、スマートホームにおける各種センサーや携帯機器への給電、店舗における電子棚札への給電などワイヤレスでの給電が期待されている。2.4GHz帯は、920MHz帯と比較して波長が短く、高利得が期待できること、5.7GHz帯と比較して機器の低コスト化が見込めること、グローバルでISM帯であることからグローバルに主流になると考えられる。

目的

各種センサー、電子棚札、携帯機器等の電源を提供する。

利用シーン、運用形態案

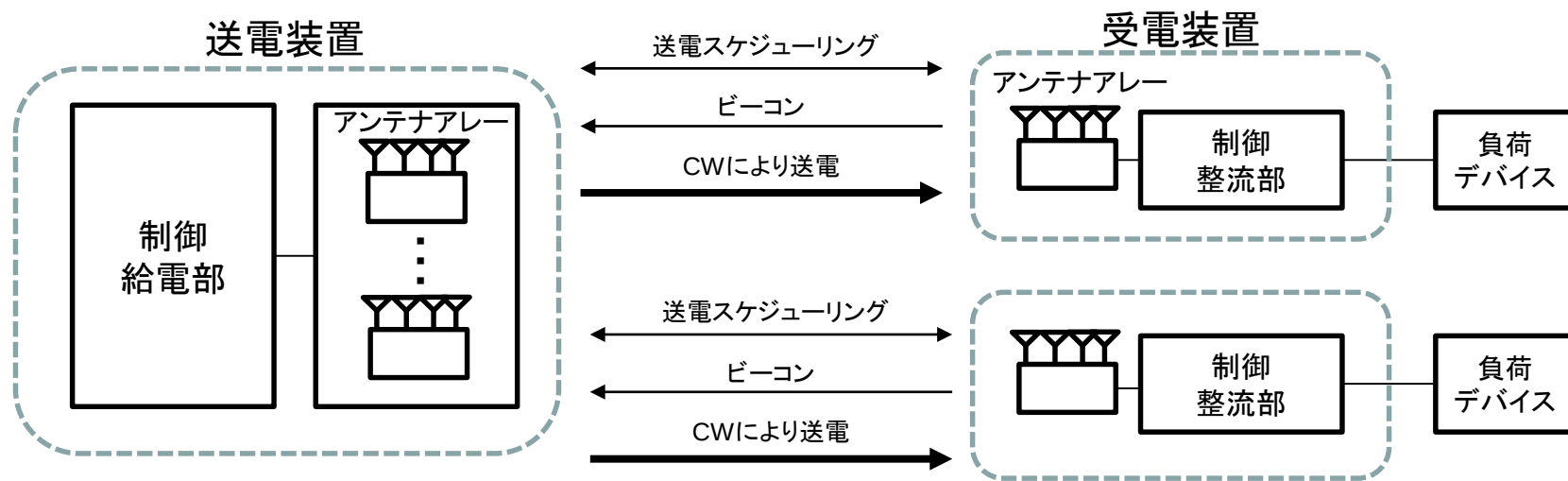
- ・ 設置場所： 屋内、送電装置のアンテナを天井、壁面上部に取付け
- ・ 給電距離： 最大10m
- ・ 機器・センサへの供給電力： 約50mW～約2W
- ・ 設置要件： 管理者が存在する空間



2) 2.45GHz帯

システム構成

- 送電装置から最大10m程度離れた受電装置に、CWにより送電し負荷となるセンサー等のデバイスに給電を行う。
- キャリアセンスにより利用可能なチャネルを特定し、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する。



3) 5.7GHz帯

背景

配線工事や電池交換が不要な、工場・プラントなどにおける各種センサー、カメラへのワイヤレスでの給電が期待されている。

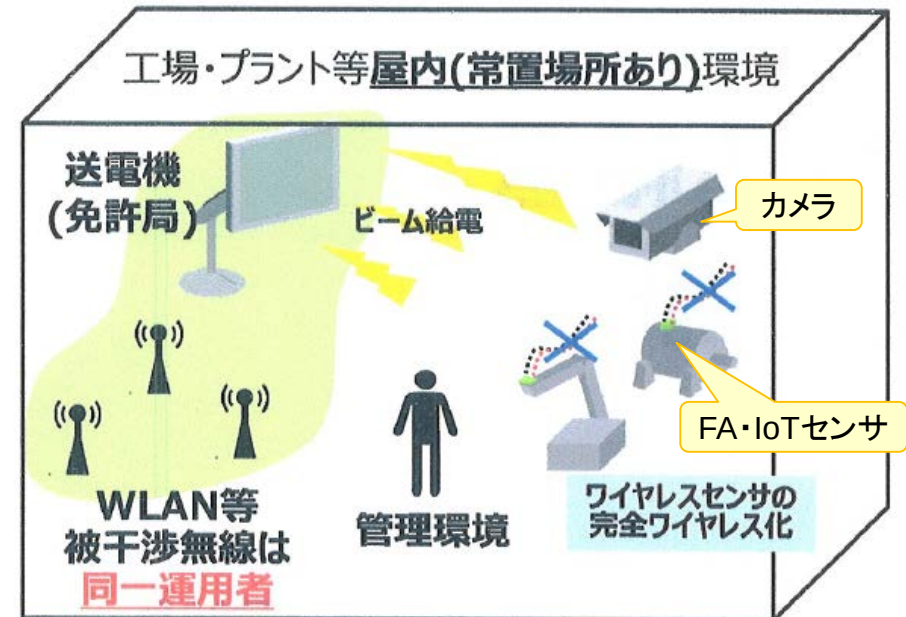
5.7GHz帯は、2.45GHz帯より更に小さいアンテナ素子による狭ビーム生成、制御が可能で、WLAN等既存無線との共用時にも給電成立が期待できる。グローバルでISM帯であることからグローバルに主流になると考えられる。

目的

各種センサー、カメラ等への電源を提供する。

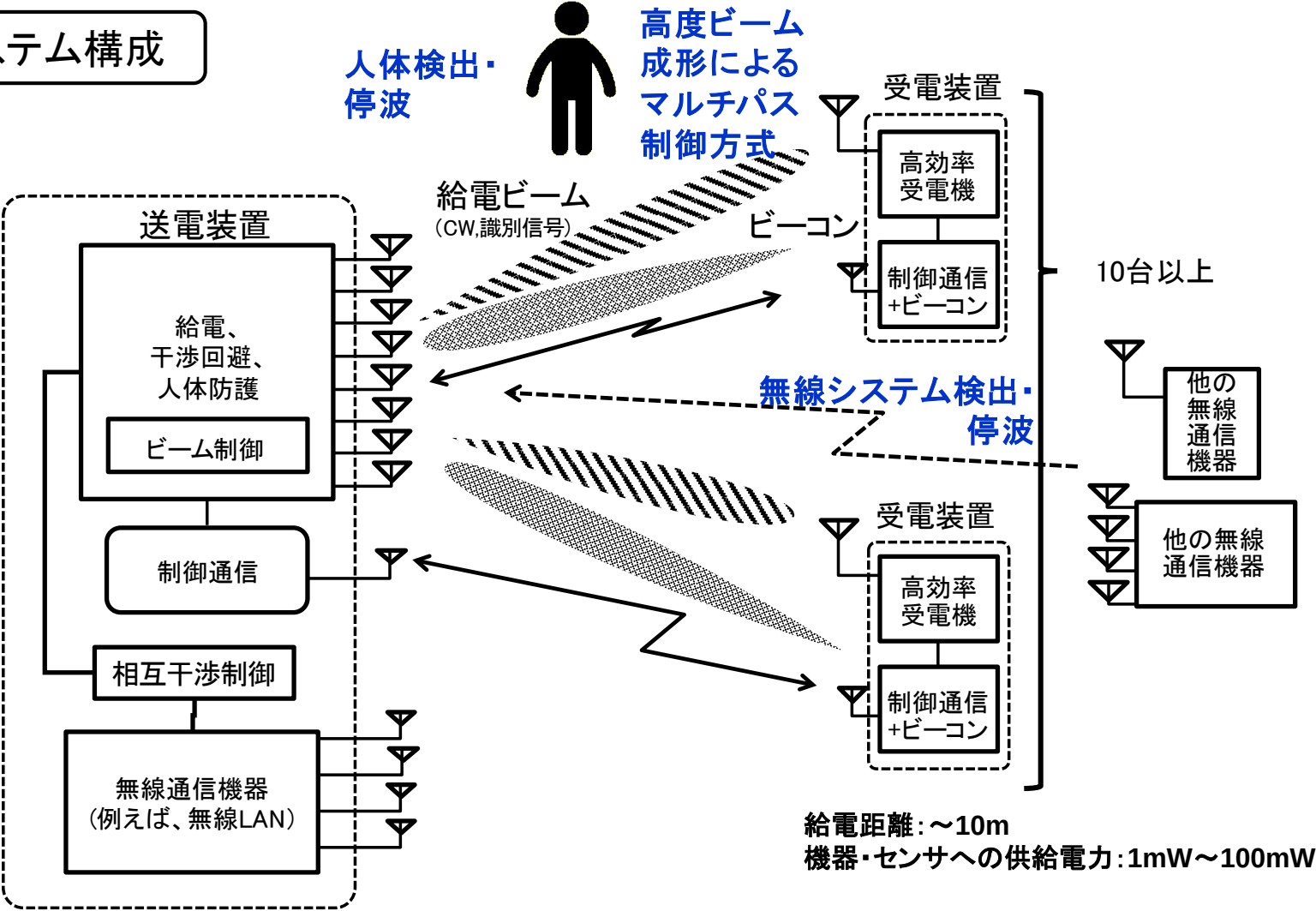
利用シーン

- ・屋内利用
- ・送電装置のアンテナを天井、壁面上部に取付け
- ・給電距離：～10m
- ・機器・センサへの供給電力：1mW～100mW



3) 5.7GHz帯

システム構成



共用検討の必要な被干渉無線システム例（全てではありません）

920MHz帯

被干渉 システム	周波数（中心）
MCA	855MHz↓ 935MHz↑
パーソナル無線	903.0125～904.9875MHz
LTE-A	907.5MHz↑ 952.5MHz↓
RFID（構内無線局）	916.8～920.8MHz
RFID（特定小電力無線局）	916.8MHz～923.4MHz
テレメータ LoRaWANなど	915.9～929.7MHz

2.4GHz帯

被干渉 システム	周波数
RFタグ（構内無線局）(特定小電力無線局)	2400～2483.5MHz
Wi-Fi	2400～2497MHz
小電力データ通信	2,400～2,483.5MHz
移動衛星(端末)	2505～2535MHz↓ 2660～2690MHz↑
WiMAX	2545～2645MHz
ロボット	2483.5～2497MHz

5.7GHz帯

被干渉 システム	周波数
Wi-Fi	5.180～5.570GHz
有料道路自動料金収受(ETC)システム	5.795～5.845GHz
狭域通信（DSRC）システム	5.775～5.845GHz

※ 各周波数帯で各関係団体と共用検討について検討中です。

ユースケース①

(第2ステップでの実用化を検討中)

第2ステップ

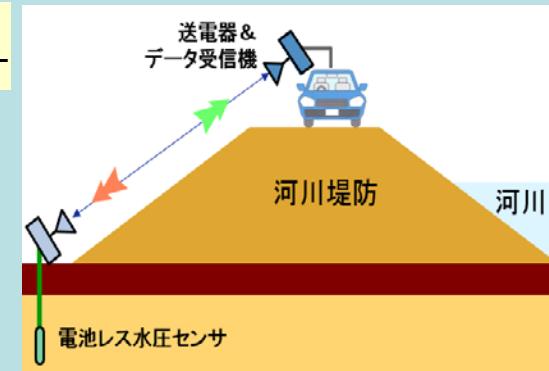
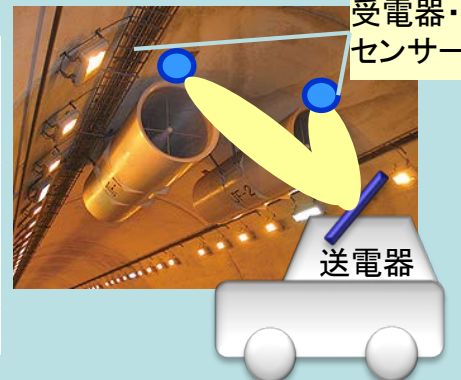
②屋内・屋外利用・数10Wクラス マイクロ波空間伝送WPT

①FA/IoT

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(給電距離拡大、電池交換不要、
メンテナンスフリーに)

構造物点検センサーへ
走行車両、ドローンから送電しデータ回収
(災害防止、危険予知に貢献)

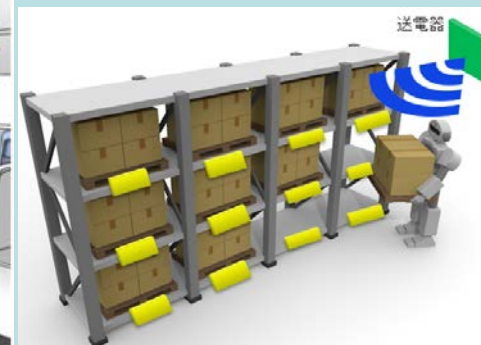
工場内の生産設備用センサへのWPT



設備・工程管理センサへのWPT



工場内倉庫、配送センタ、店舗の
表示端末等へのWPT



ユースケース ② ③

(第2ステップでの実用化を検討中)

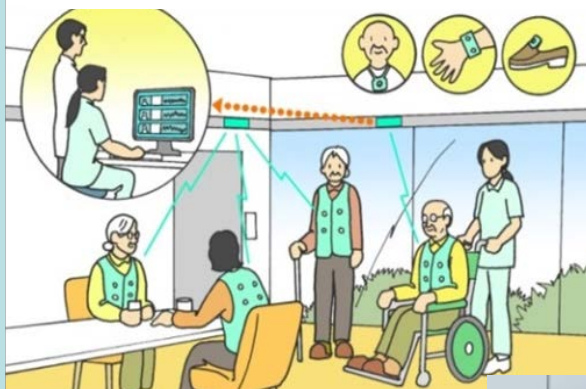
第2ステップ

②屋内・屋外利用・数10Wクラス マイクロ波空間伝送WPT

②介護・子育て見守り用途センサ

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(電池交換不要、メンテナンスフリーに)

見守り・健康管理センサへのWPT



③モバイル端末(スマートフォン、タブレットなど)

オフィス、店舗、公共場所にいるだけで、意識しなくても携帯情報端末等に常時充電・給電
(充電残量を気にすることなくあらゆる場所で快適に仕事ができる環境へ)

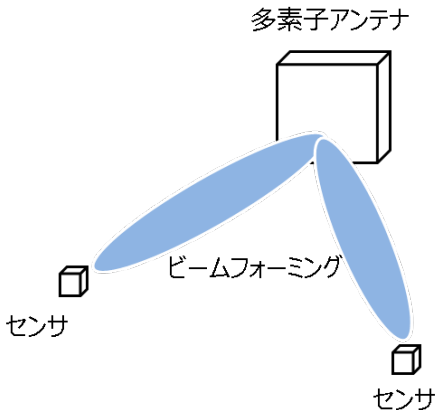
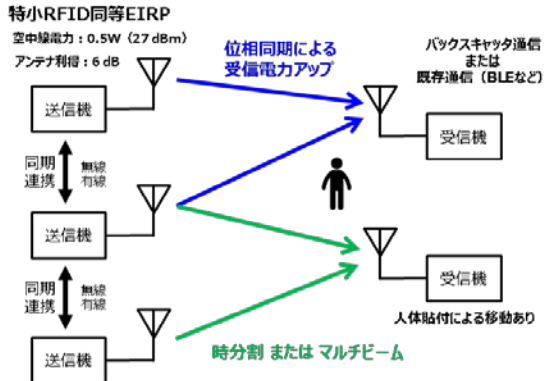


マイクロ波空間伝送WPT仕様案 2（第2ステップでの実用化を検討中）

周波数帯		920MHz帯	2.4GHz帯	5.7GHz帯
WPT波	周波数	916.8 MHz、918.0 MHz、 919.2 MHz、920.4 MHz (検討中)	2400-2499MHz のうち100kHz未満※1	5.725-5.770GHz及び 5.470-5.725GHzのうち100KHz未満※1
	最大空中線電力	5W (37dBm)	20W (43dBm)	32W(45dBm)※2
	最大アンテナ利得	13 dBi (検討中)	25dBi	30dBi※2
	最大EIRP	100 W (50 dBm)	68dBm	70dBm※2
	電波の型式	N0N、G1Dなど	N0N, F1D	N0N※3
	利用場所	屋内・屋外	屋内・屋外	屋内・屋外
	動作仕様等	人体検出と回避 他通信システム検出と 回避 (TBD)	• 人体検出・回避機能 • 他無線システム検出・干渉回避機能	• 人体検出・回避(給電継続)機能 • 他無線システム検出・回避(給電継続)機能 • 複数給電装置連携
	備考			※1 給電ON/OFF及びID送付実施の場合 ※2 空中線電力・アンテナ利得は最大EIRPを超えない様設定 ※3 ID送付の場合はF1D等定包絡変調(検討中)

技術の概要・システム構成と運用形態案2（第2ステップでの実用化を検討中）

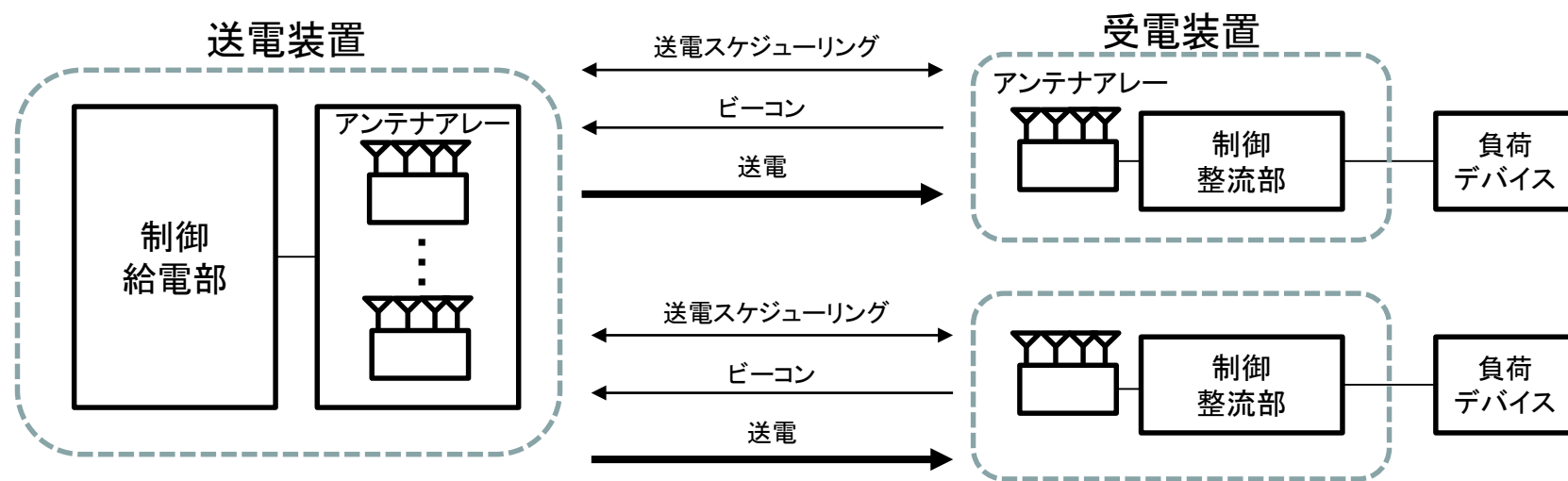
1) 920MHz帯

項目	集中給電型	分散拡張型
システム概要		
空中線電力	5 W (37 dBm)	0.5W (27 dBm)（検討中）
利得	13 dBi（検討中）	3 dBi（検討中）
EIRP	100 W (50 dBm)	1 W（検討中）
電波の方式	N0N、G1Dなど（検討中）	N0N、G1Dなど（検討中）
利用場所	工場などの屋内	工場、介護施設などの屋内
特徴	人体検出と回避 他通信システム検出と回避	他通信システム位置検出と回避 複数局からの同時送信

2) 2.45GHz帯

システム構成

- 送電装置から最大10m程度離れた受電装置に、CWにより送電し負荷となるセンサー等のデバイスに給電を行う。
- キャリアセンスにより利用可能なチャネルを特定し、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する。

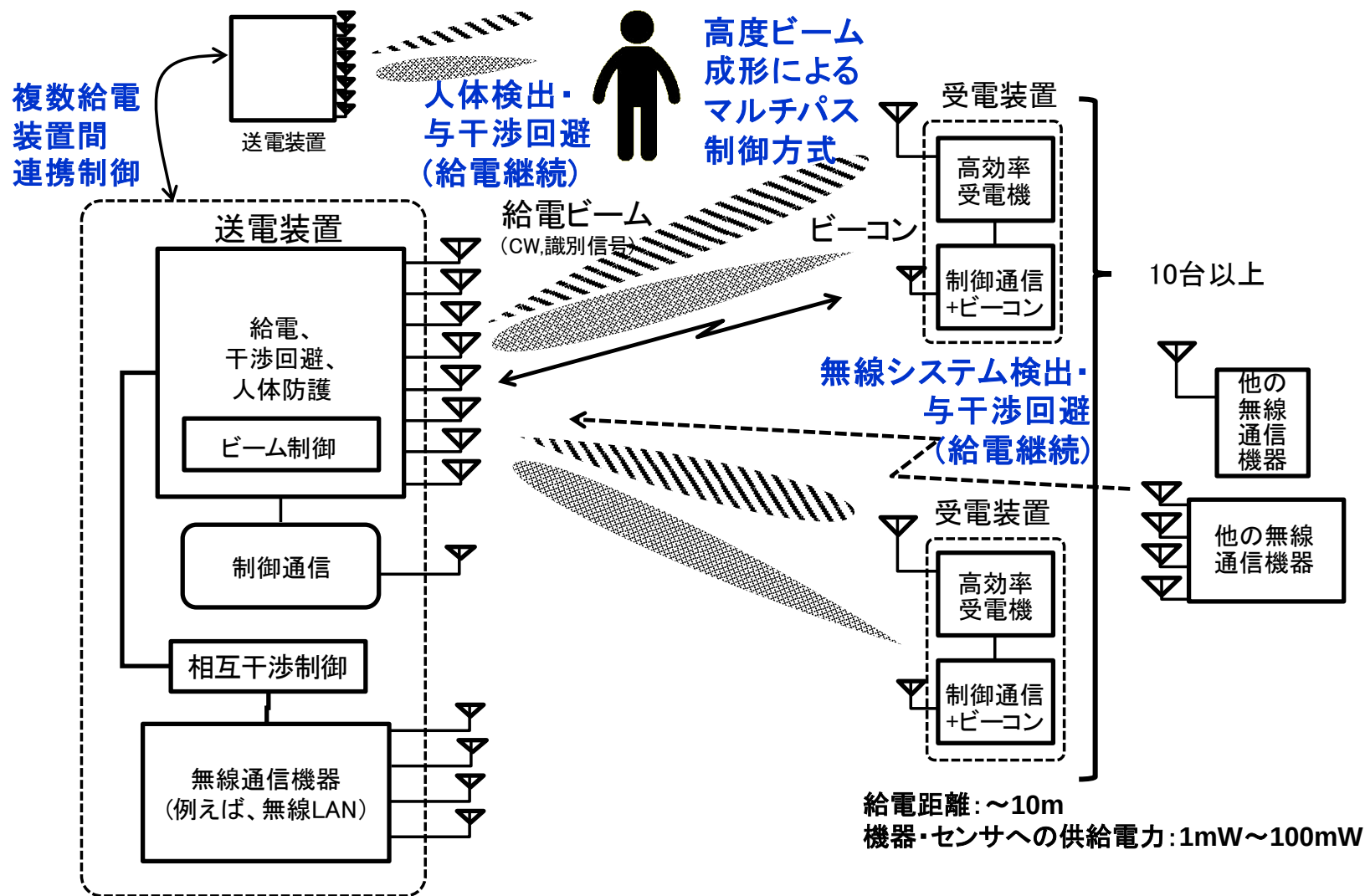


運用形態案

- 設置場所: 屋内(天井、壁面設置、卓上、他の機器内への実装)、屋外
- 給電距離: 最大10m
- 機器・センサへの供給電力: 約50mW～約5W

技術の概要・システム構成と運用形態案2（第2ステップでの実用化を検討中）

3) 5.7GHz帯



第3ステップ以降でのマイクロ波空間伝送型WPT展開について

第3ステップ

③発展フェーズへの移行（屋外利用・大電力化へ）

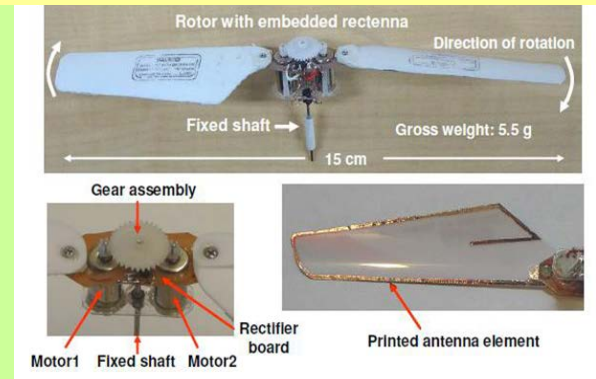
遠隔地への大電力送電
（災害時の利用など）



電動車両などへの充電・給電
（複数車両の同時充電など）

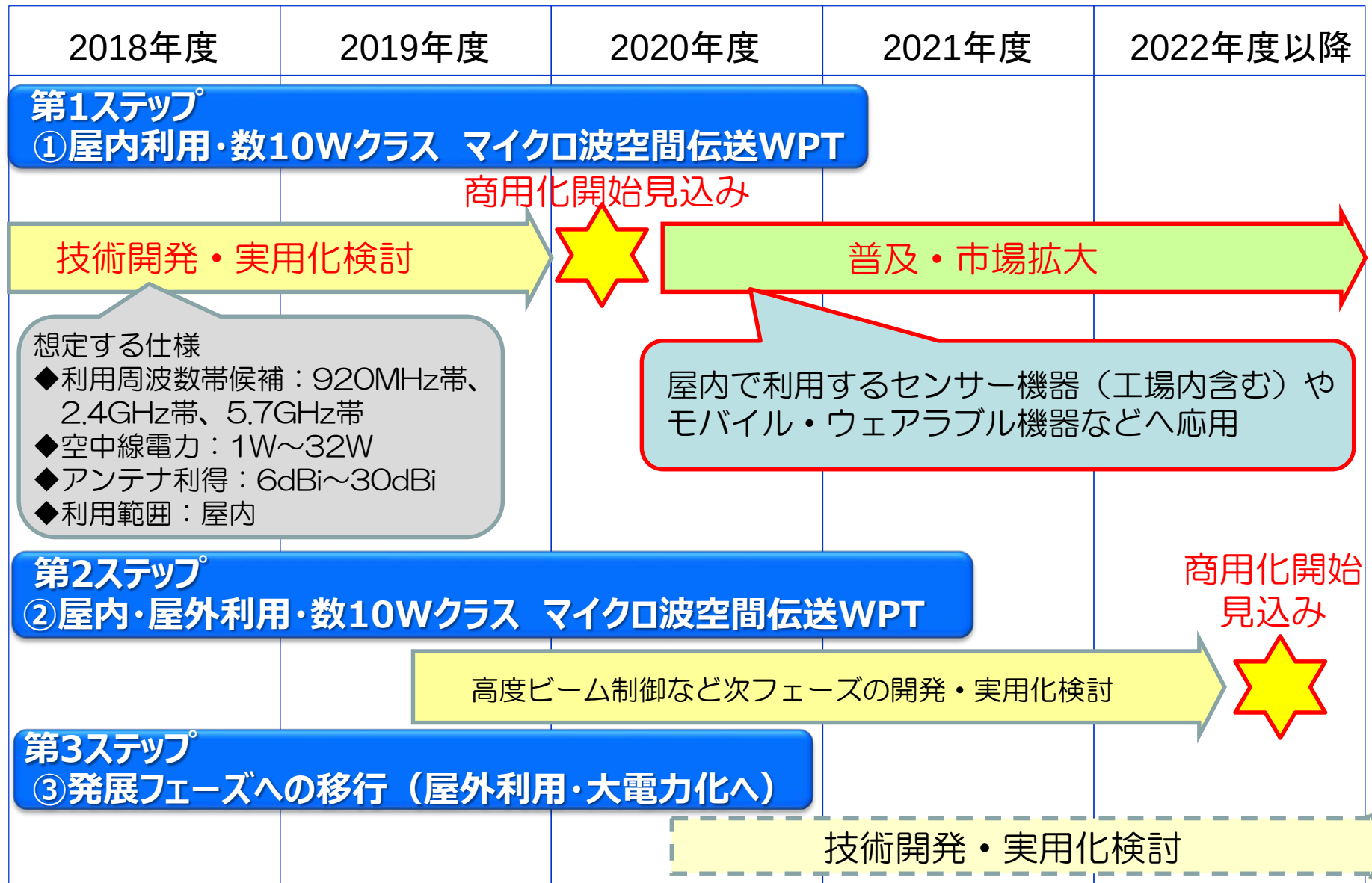


飛行するドローンへの充電・給電
（ずっと飛び続ける自律型のドローンなど）



※写真・絵はReport ITU-R SM.2392-0その他からの引用

4. 実用化に向けたロードマップ



BWF参加メンバー（2019年2月1日現在109者）

参加企業

61者（うちWPT-WG参加者44者） ※五十音順

IHI、アイ・エス・ビー、アドバンテスト、イー・クロス・エイチ、営電、NTTコミュニケーションズ、NTTドコモ、沖電気、Ossia Inc.、オムロン、オムロンオートモーティブエレクトロニクス、キヤノン、KDDI、京浜急行、システムプラザ、シャープ、翔エンジニアリング、新電元工業、積水化学、ソニー、ソフトバンク、大成建設、大日本印刷、ダイフク、タムラ製作所、TDK、テュフラインラントジャパン、テレビ朝日、電気興業、デンソー、東芝、凸版印刷、トヨタIT開発センター、トヨタ自動車、日産自動車、日本電気、NTT、日本イージェイケイ、日本無線、パナソニック、パワーアシストテクノロジー、ビー・アンド・プラス、NTT東日本、日立国際電気、日立製作所、富士通、古河電気工業、本田技術研究所、マツダ、三菱電機、三菱電機エンジニアリング、ミツミ電機、ミネベアミツミ、村田製作所、矢崎総業、UL Japan、ローム他

参加団体（企業以外）

16者（うちWPT-WG参加者4者）

情報通信研究機構、テレコムエンジニアリングセンター、電波産業会、日本ケーブルラボ、他

個人参加

32者（うちWPT-WG参加者12者）

京都大学、東京大学、豊橋技術科学大学、名古屋大学、日本大学の研究者、他

その他（他団体との提携等）

- ①ワイヤレス電力伝送コンソーシアム（WiPoT）と実用化を目指す取組の協力推進を合意（平成28年8月25日）
- ②AirFuel AllianceとWPTシステムの仕様参照に関するMoUを締結（平成29年10月1日）