

電波利用環境委員会 ワイヤレス電力伝送作業班(第2回) 資料

# ワイヤレス電力伝送システム用 測定モデル／測定方法の提案

2013.7.30

ブロードバンドワイヤレスフォーラム

# 目次

1. 対象とする利用シーン・仕様
2. 各利用シーンに対する測定モデルと測定方法の提案
  - (1) 磁界結合型・電気自動車用WPT
  - (2) 磁界結合型・モバイル機器用WPT
  - (3) 磁界結合型・家庭・オフィス機器用WPT
  - (4) 電界結合型・モバイル機器用WPT
3. 電波ばく露に対する評価手順・測定方法の提案

# 1. 対象とする利用シーン・仕様

## 1 対象とするシステムの範囲

- (1) 電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム
- (2) 家電機器(モバイル機器、家庭・オフィス機器)用ワイヤレス電力伝送システム

## 2 各システムの諸元

対象WPT	電気自動車用WPT	家電機器用WPT① (モバイル機器)	家電機器用WPT② (家庭・オフィス機器)	家電機器用WPT③ (モバイル機器)
電力伝送方式	磁界結合方式(電磁誘導方式、磁界共鳴方式)			電界結合方式
伝送電力	~3kW程度 (最大7.7kW)	数W~100W程度	数W~1.5kW	~100W程度
使用周波数	42kHz~48kHz、 52kHz~58kHz、 79kHz~90kHz、 140.91kHz~148.5kHz	6765kHz~6795kHz	20.05kHz~38kHz、 42kHz~58kHz、 62kHz~100kHz	480-524kHz
送受電距離	0~30cm程度	0~30cm程度	0~10cm程度	0~1cm程度

※国内外の標準化動向等により、各システムの諸元を変更する場合がある。

## 2. 測定モデルと測定方法の提案

### 利用シーンと測定モデル・測定方法のまとめ

利用シーン		電気自動車用WPT	家電機器用WPT① (モバイル機器)	家電機器用WPT② (家庭・オフィス機器)	家電機器用WPT③ (モバイル機器)
	技術方式		磁界結合型	磁界結合型	磁界結合型
高調波・伝導ノイズ対策	製品においてフィルタ等により高調波、伝導ノイズの低減策を実施する				
測定モデル	送電器と受電器の設置	送電器と受電器を組み合わせて測定を実施			
	送電コイル・電極と受電コイル・電極の設置条件	実用時に利用できる範囲(送電距離、位置ずれ)			
	その他	・模擬車体を利用 ・必要に応じて、伝導ノイズ測定の際に疑似電源回路網(CISPR16-1-2準拠)を利用			
測定方法	放射エミッション(基本波、高調波)	・CISPR16-1-4準拠 ・基本は30mの距離で測定。ただし、10mで測定して換算することも可とする(電波法施行規則第46条の7第1項第2号に基づく換算係数を使用)。	・電磁誘導加熱式調理器の測定法に準ずる(電波法施行規則第46条の7第1項第2号)。 ・基本は30mの距離で測定。ただし、10mで測定して換算することも可とする(電波法施行規則第46条の7第1項第2号に基づく換算係数を使用)。		
	電波ばく露関係	BWF「ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドラインVer2.0」に基づく評価を実施			

## 2. 測定モデルと測定方法の提案

### (1) 磁界結合型・電気自動車用WPT

# 1. EV用ワイヤレス給電システム

## ①基本技術要件

### 【電力伝送方式】

- ・磁界を利用したワイヤレス電力伝送

### 【コイル位置】

- ・1次コイル : 地面(地面上, 埋め込み)
- ・2次コイル : 車両下面

### 【電力伝送距離】

- ・30cm程度以下を想定  
(特に20cm程度以下がメインと考えられる)

### 【利用周波数帯候補】

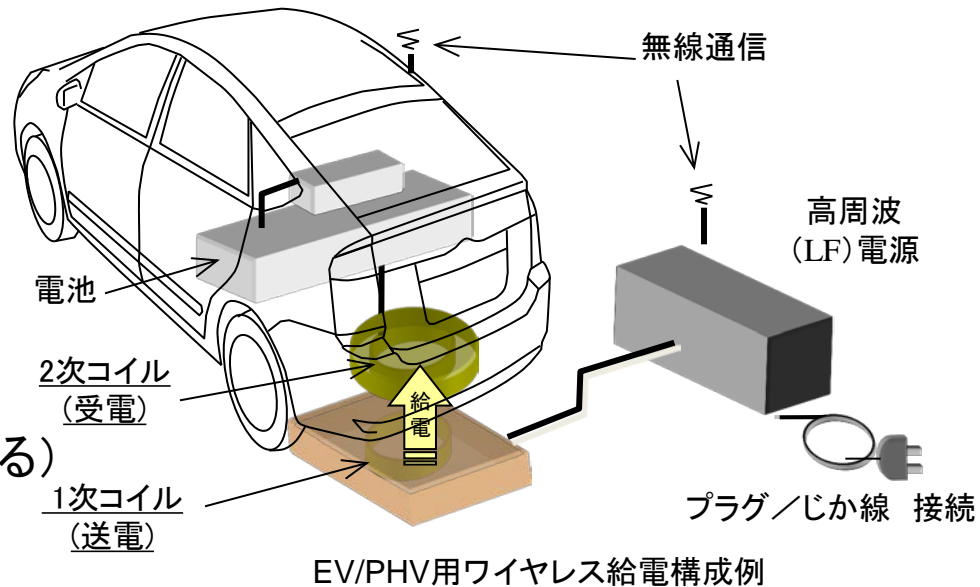
- ・BWF優先順1 : 79~90kHz
- ・BWF優先順2 : 52~58kHz
- ・BWF優先順3 : 42~48kHz
- ・海外協調 : 140.91~148.5kHz

### 【送電電力】

- ・普通充電対応 : ~3kWクラス
- ・普通充電倍速 : ~7.7kWクラス(海外標準化状況に合わせて)

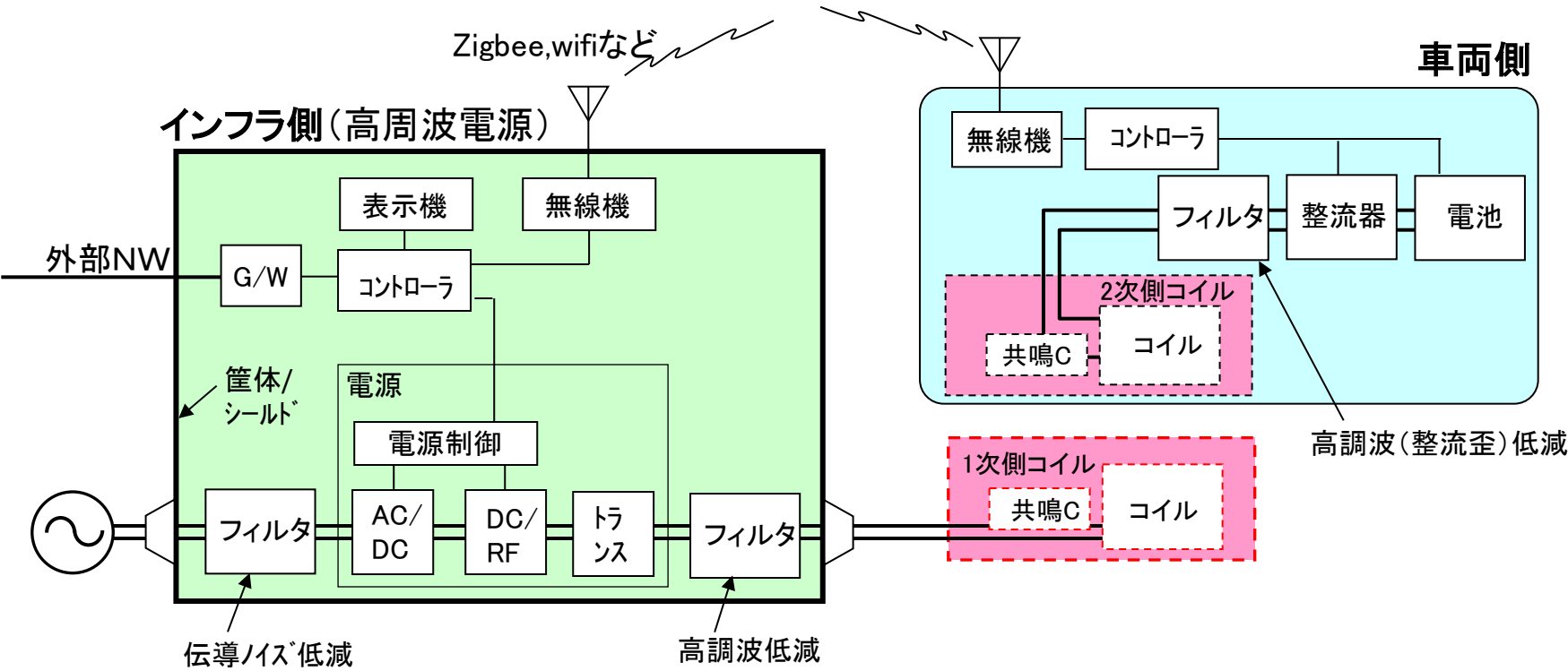
### 【安全性】

- ・送電相手を認識して送電開始、充電時にはその終了時に送電を止める仕組み
- ・安全上問題があるときには送電を止める仕組み



## ②システムブロック図(例)

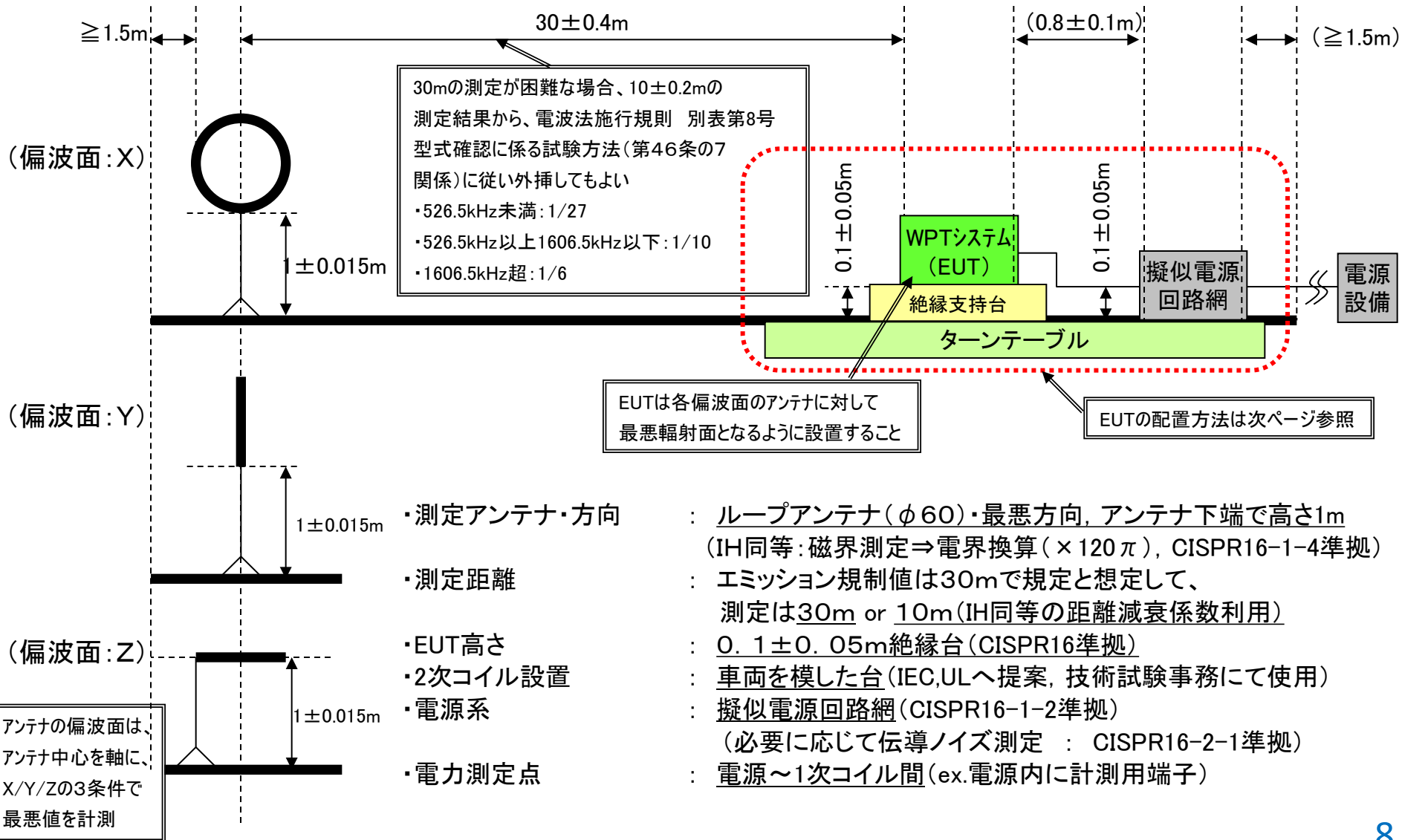
基本的な考え方: フィルタ等により、高調波, 伝導ノイズを十分に低下させる。



## 2. 測定モデル, 測定方法の提案(1)

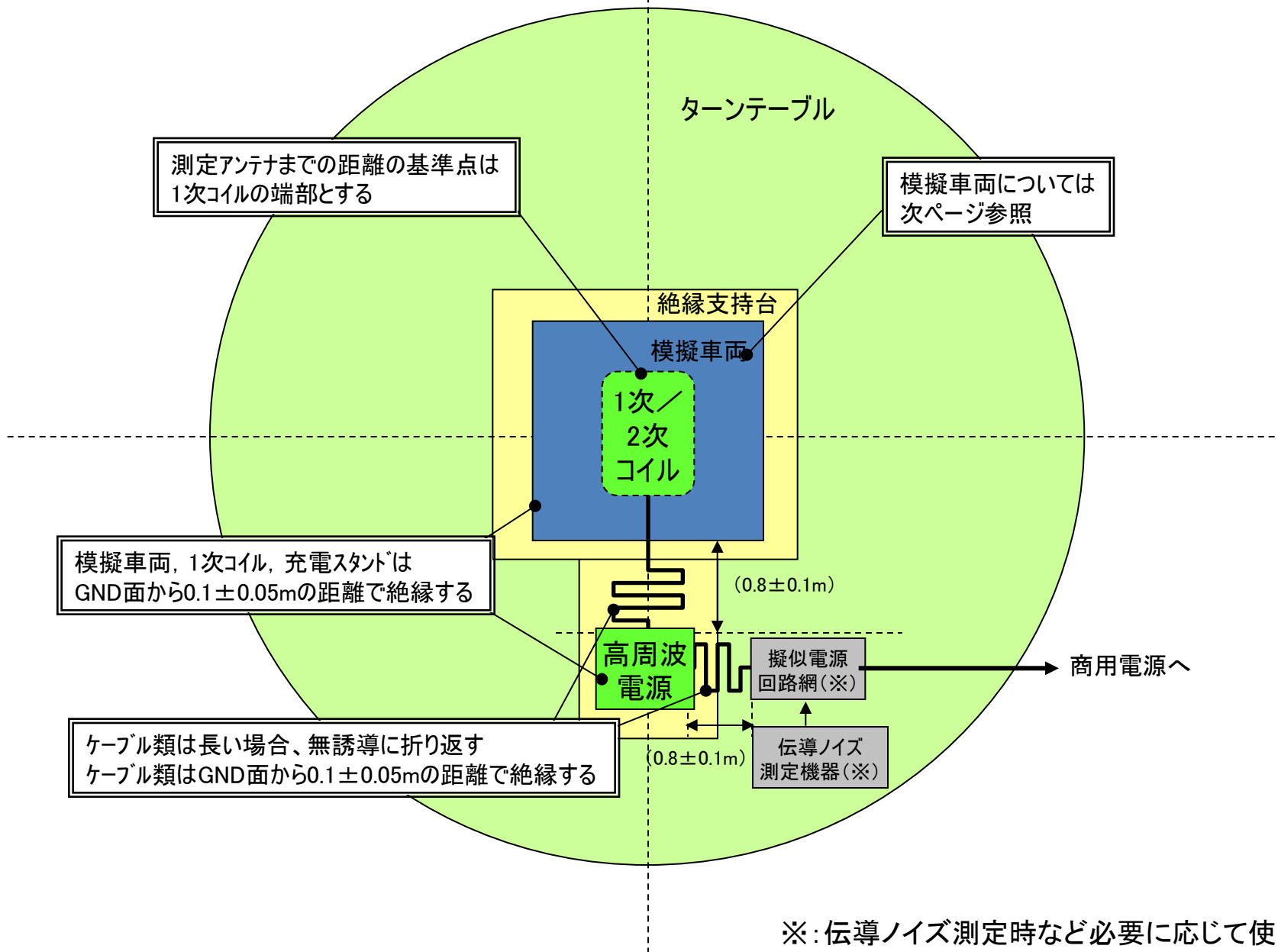
### ①放射エミッション(伝導ノイズ含む)測定方法案

#### 同種の高周波利用設備測定方法を踏襲した測定方法





## ②WPT放射・伝導エミッション測定時のEUT配置例(上面視)



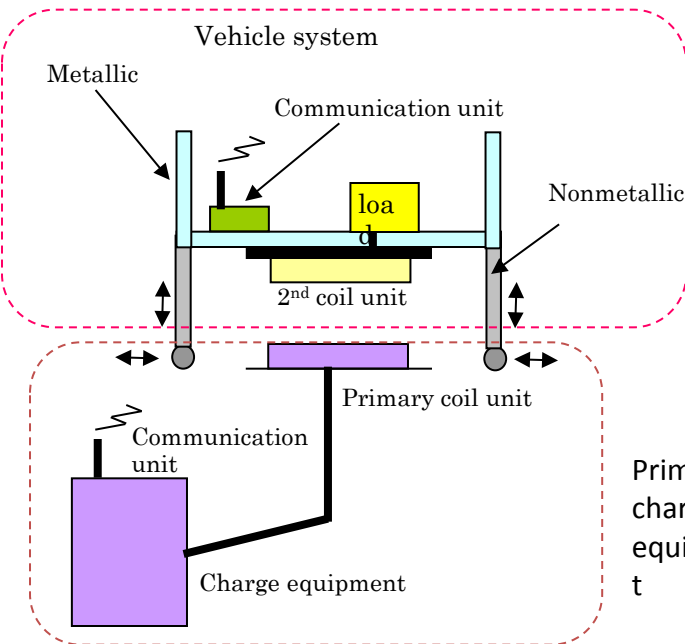
### ③模擬車両について

IEC61980(策定中), UL2750(策定中)に提案した  
台車コンセプト応用

- ・標準的な車の幅サイズ
- ・1次, 2次コイルの組み合わせ評価可能
- ・エミッション測定 of 再現性向上
- ・1次, 2次コイルの位置: 製品として利用される範囲
- ・送電は2次側があることが前提 (制御のための小電力のやり取りは例外)

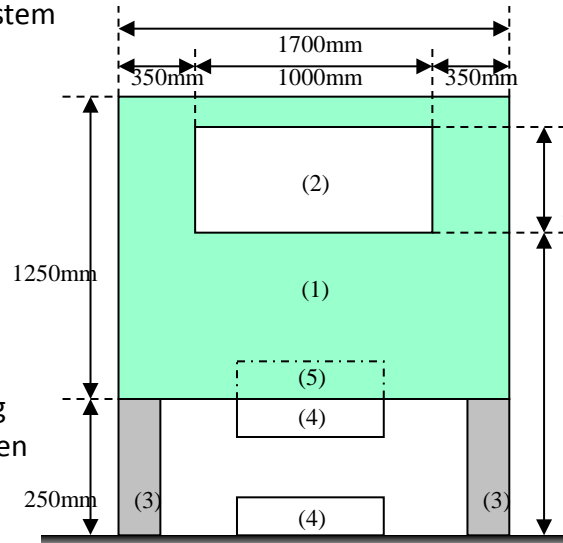


- (1) Metal Box
- (2) Window
- (3) Non Conductive Material Support
- (4) Coil Set
- (5) Load Set

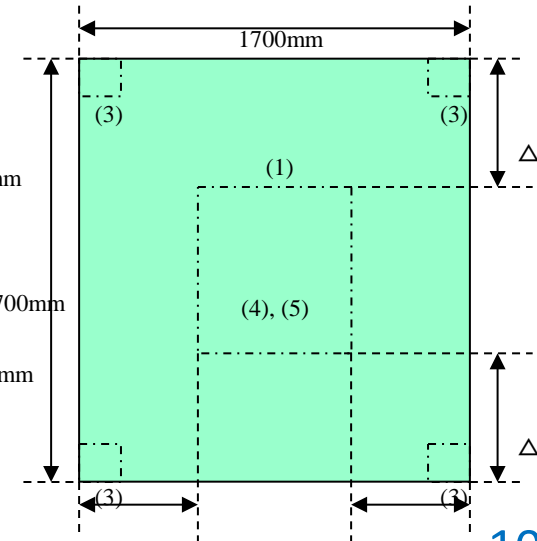


Vehicle system

Primary charging equipment



(a) Side View

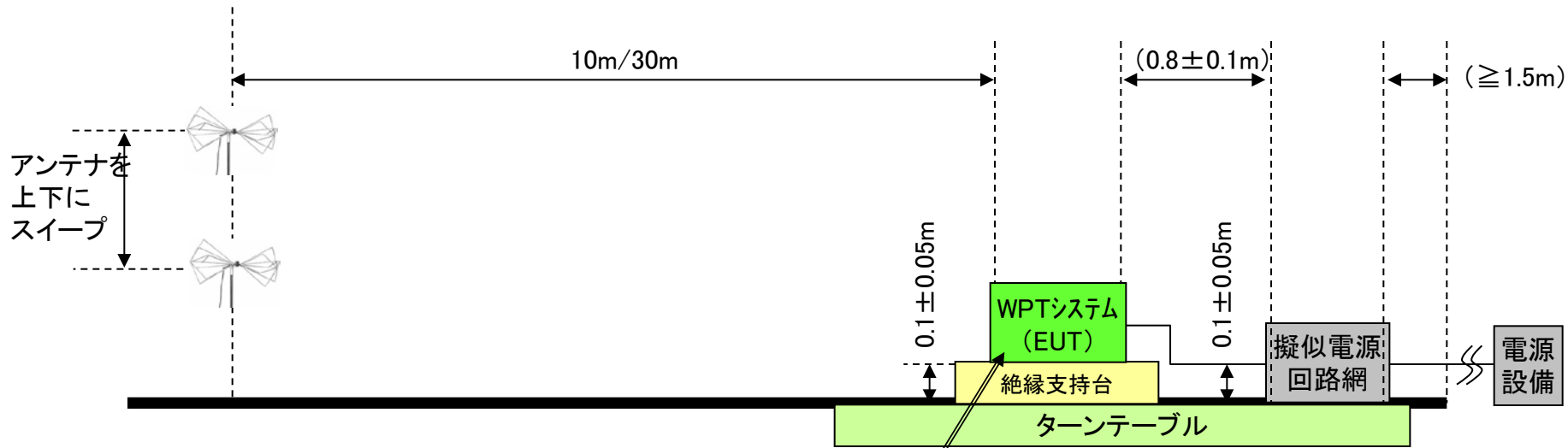


(b) Top View

# 3. 測定モデル, 測定方法の提案(2)

## 放射エミッション(30MHz~)測定方法案

電波法, 電安法, CISPRにおける高周波放射エミッション  
測定方法を踏襲した方法



30MHz~1GHz測定: ダイポールアンテナ/広帯域アンテナ  
距離10m以内: 1~4m上下スイープ+垂直X/Y  
距離10m以上: 2~6m上下スイープ+垂直X/Y  
※電安法と同じ

EUTは各測定アンテナに対して  
最悪輻射面となるように設置すること

広帯域アンテナ例



バイコンカルアンテナ



ログペリアンテナ



バイログアンテナ

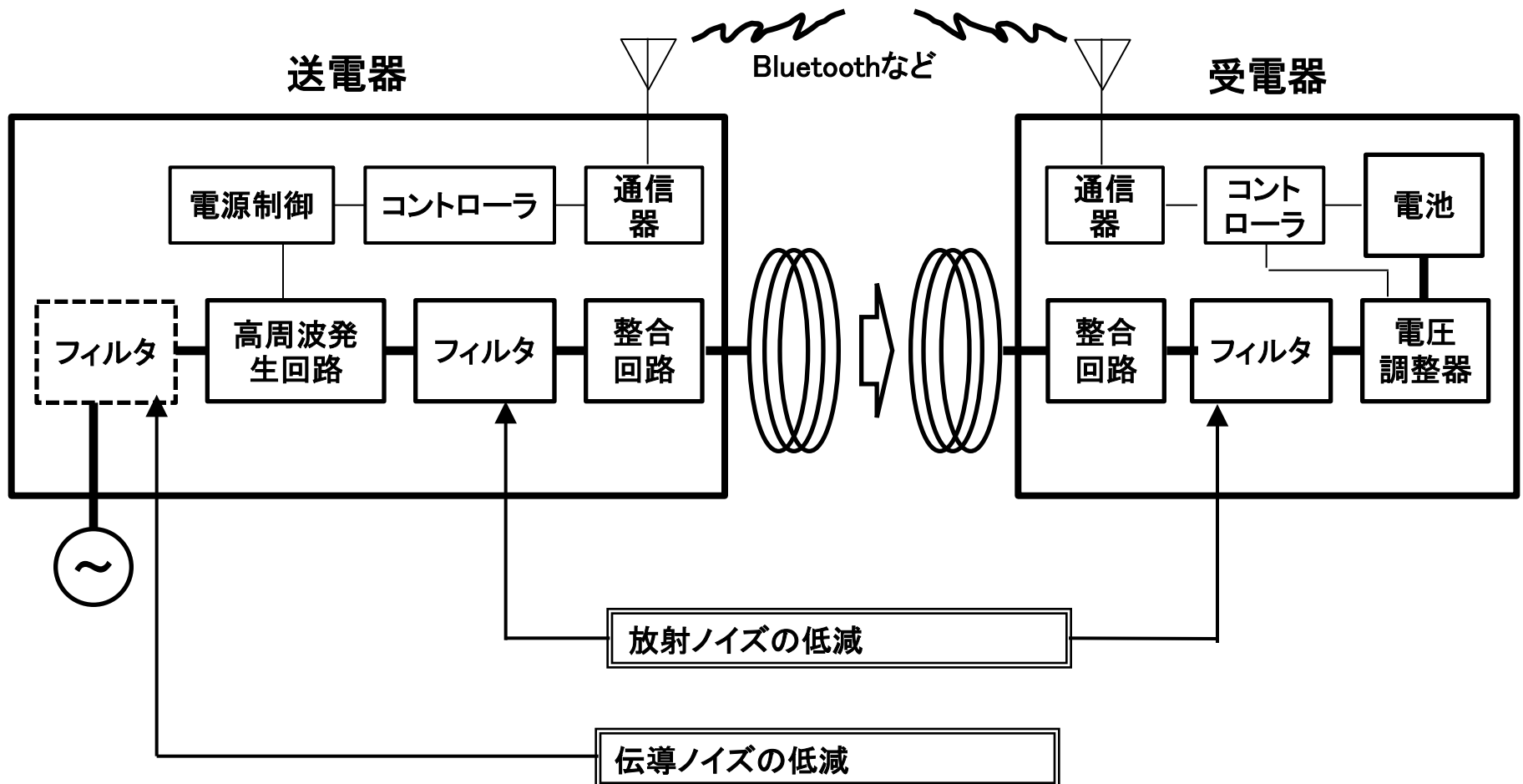
## 2. 測定モデルと測定方法の提案

### (2) 磁界結合型・モバイル機器用WPT

# モバイル機器用磁界方式WPTの基本技術条件

電力伝送方式	磁界方式(磁界共鳴、電磁誘導)	
対象機器	携帯電話／スマートフォン、タブレットPC、ノートPC、携帯AV機器等	
使用環境	家庭、オフィス、店舗、公共スペース、車両内等	
コイル位置	送電側	送電パッド、什器、机、車コンソール、送電スタンド等
	受電側	機器内、機器ケース内等
伝送電力	数W～100W程度	
利用周波数	6.765～6.795MHz	
伝送距離	密着～30cm程度	
送電形態	1 対 複数	
安全性	・送電相手を認識して送電開始、充電時にはその終了時に送電を止める仕組み ・安全上問題があるときには送電を止める仕組み	
利用形態	人体が対象機器に接触したり、人体の一部が送受電コイル間に入ることを想定	

# モバイル機器用磁界結合WPTシステムの構成例

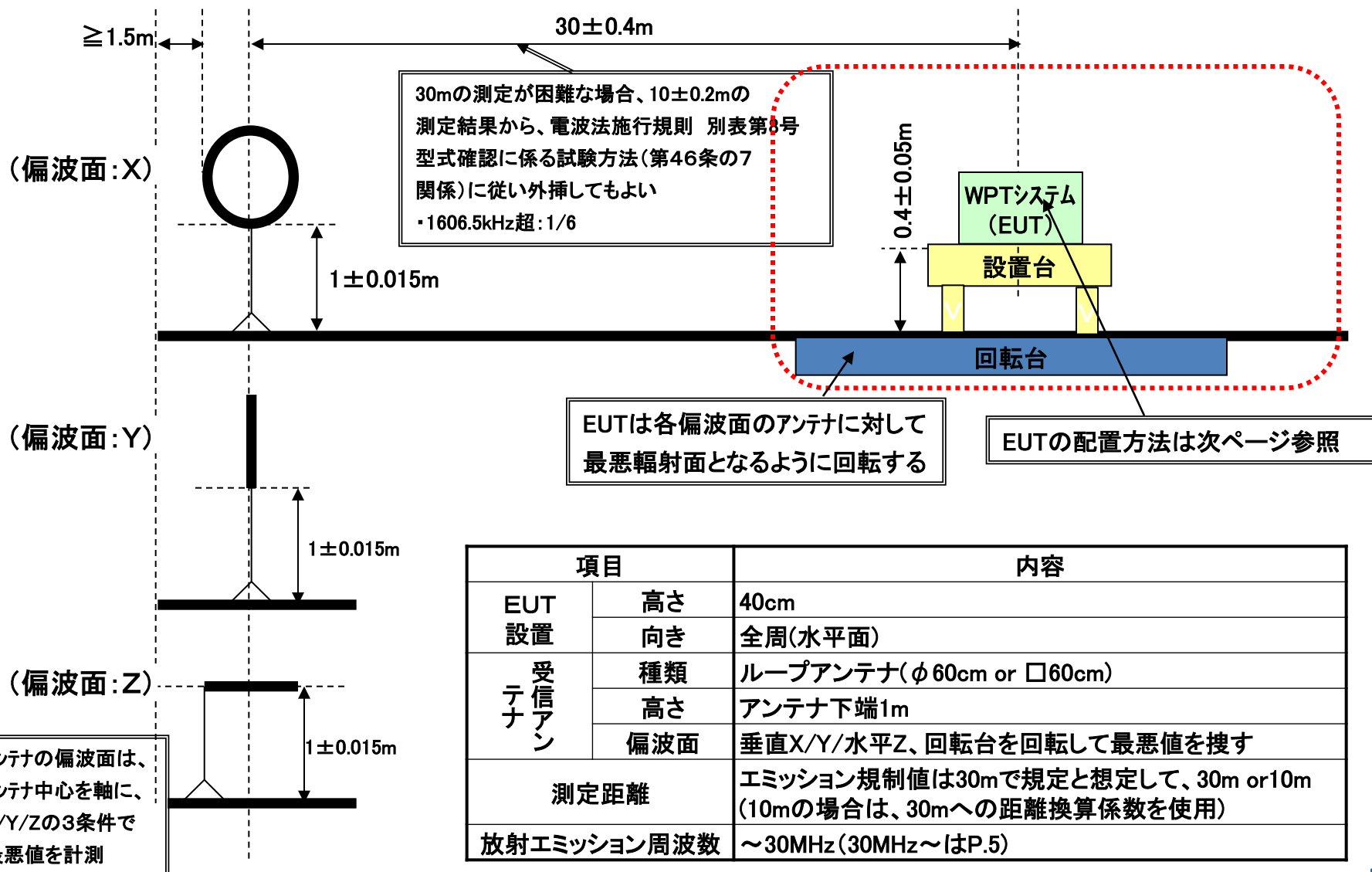


伝導ノイズおよび放射ノイズの発生を抑制する対策を備える。  
特に、伝導ノイズについては、他の無線システムに影響を与えないような設計を行い、必要に応じてCISPR等に準拠した測定を実施する。

# 測定モデル, 測定方法の提案(1)

## ①放射エミッション(~30MHz)

### 電波法施行規則第46条の7第1項第2号を踏襲した測定方法

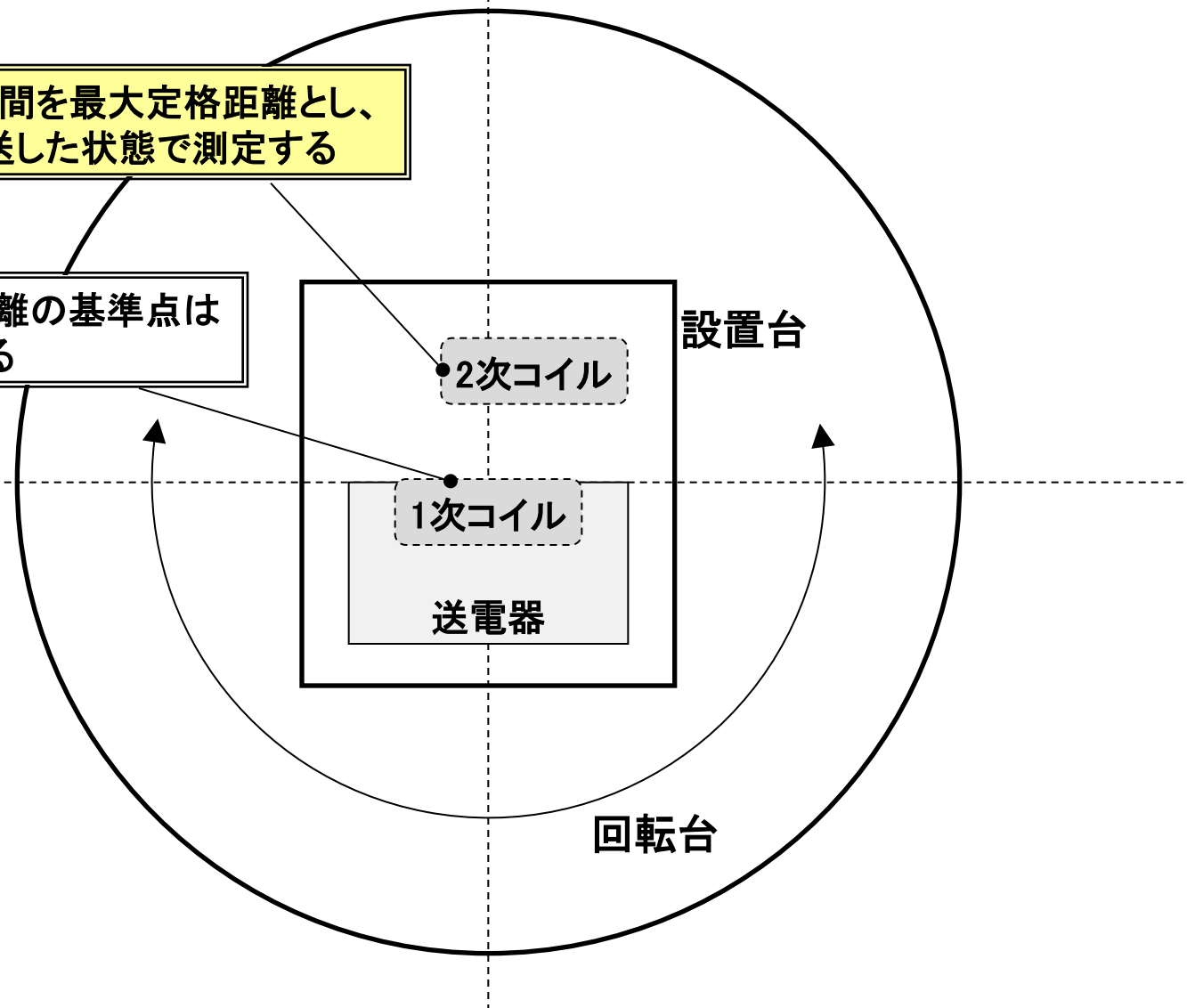


## ②WPT放射エミッション測定時のEUT配置例

各製品の利用形態毎に、  
放射レベルが最大となる状態で測定する。

1次コイルー2次コイル間を最大定格距離とし、  
最大定格電力を伝送した状態で測定する

測定アンテナまでの距離の基準点は  
1次コイルの端部とする

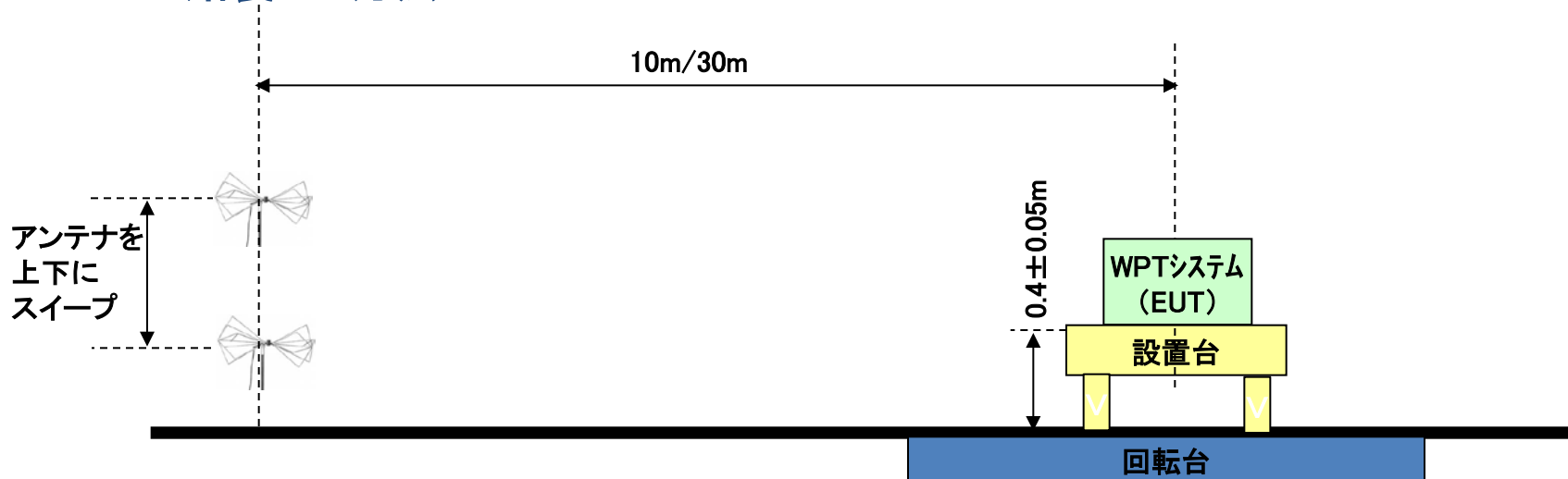




# 測定モデル, 測定方法の提案(2)

## ②放射エミッション(30MHz~1GHz)

電気用品安全法、CISPRにおける高周波放射エミッション測定方法を踏襲した方法



30MHz~1GHz測定: ダイポールアンテナ/広帯域アンテナ

距離10m以内: 1~4m上下スイープ+垂直X/Y

距離10m以上: 2~6m上下スイープ+垂直X/Y

※電安法と同じ

EUTは各偏波面のアンテナに対して最悪輻射面となるように回転する

広帯域アンテナ例



バイコニカルアンテナ



ログペリアンテナ



バイログアンテナ

## 2. 測定モデルと測定方法の提案

### (3) 磁界結合型・家庭・オフィス機器用WPT

# 測定モデルの考え方

## 【家電応用WPT機器の利用モデル】

想定される家電機器と利用シーン	利用形態	WPT機器と利用者との関係
リビング, その他 ①照明(スタンド等) ②TV/タブレットPC(ハンディ側) ③クリーナー ④環境家電(加・除湿器, 空気清浄器等), 住設機器	①給電/充電しながら使用 ②受電器からはずして使用 ③充電器からはずして使用 ④給電しながら使用	①利用者との距離 (遠い) ②使用時は充電しない ③使用時は充電しない ④利用者との距離 (遠い)
サニタリー ⑤理美容機器 ⑥浴室機器	⑤充電器からはずして使用 ⑥充電器からはずして使用	⑤使用時に充電しない ⑥使用時に充電しない
キッチン ⑦調理器具(ミキサ, 攪拌機, 等)	⑦充電器からはずして使用する場合 給電しながら使用する場合	⑦使用時に充電しない 腕や手が近づくことがある
オフィス ⑧OA機器(PC/モニタ/プロジェクタ/プリンタ等) ⑨事務機器 ⑩電動工具 ⑪照明(スタンド等)	⑧給電/充電しながら使用 ⑨給電しながら使用 ⑩充電器からはずして使用 ⑪給電/充電しながら使用	⑧利用者との距離(遠い)が腕や手が近づくことがある ⑨利用者との距離 (遠い) ⑩使用時に充電しない ⑪利用者との距離 (遠い)

## 【結論】

WPT機器の利用形態から, 利用者との距離は遠く, 使用時に給電又は充電をしないことが多いため, 利用者との離隔距離が確保される場合がほとんどである。

# 電波法の放射妨害波測定法

測定法：電波法施行規則第46条の7第1項第2号  
高周波利用設備，電磁誘導加熱式調理器の測定法に準ずる

周波数帯域：300万MHz以下

一電波法第2条、「電波」の定義—  
ただし、⑨実質は1GHz以下

⑧測定距離：30m，10m(30mへ距離換算可)

①サイト：規定無し

記述無しのため、最大放射方向で測定

EUT  
(被測定物)

WPT機器の設置方法は  
商品仕様に従う

③EUT向き  
—全周—

②設置台：40cm

⑥偏波面  
規定無し  
—最悪値—

水平Z

垂直X/Y

④ループアンテナ  
 $\phi = 60 \text{ cm}$

⑤アンテナの高さ  
下端から  $H_a = 1.0 \text{ m}$

回転台：360° 回転

項目		電波法関連測定法
参照条文		電波法施行規則第46条の7第1項第2号 型式の確認
摘要		高周波利用設備 電磁誘導加熱式調理器(別表第8号)
測定サイト	① サイト	特に規定なし
EUT設置	② 高さ	40cm
	③ 向き	全周(水平面)
受信アンテナ	④ 種類	ループアンテナ( $\phi 60\text{cm}$ )
	⑤ 高さ	アンテナ下端1m(電波法施行規則・別表第8号)
	⑥ 偏波面	規定無し(最悪値を捜す) 垂直X/Y/水平Z
⑧ 測定距離		30m/10m(10mの場合は、30mへの距離換算1/27)
⑨ 周波数帯域		300万MHz以下(電波法第2条、「電波」の定義) —実質1GHz以下

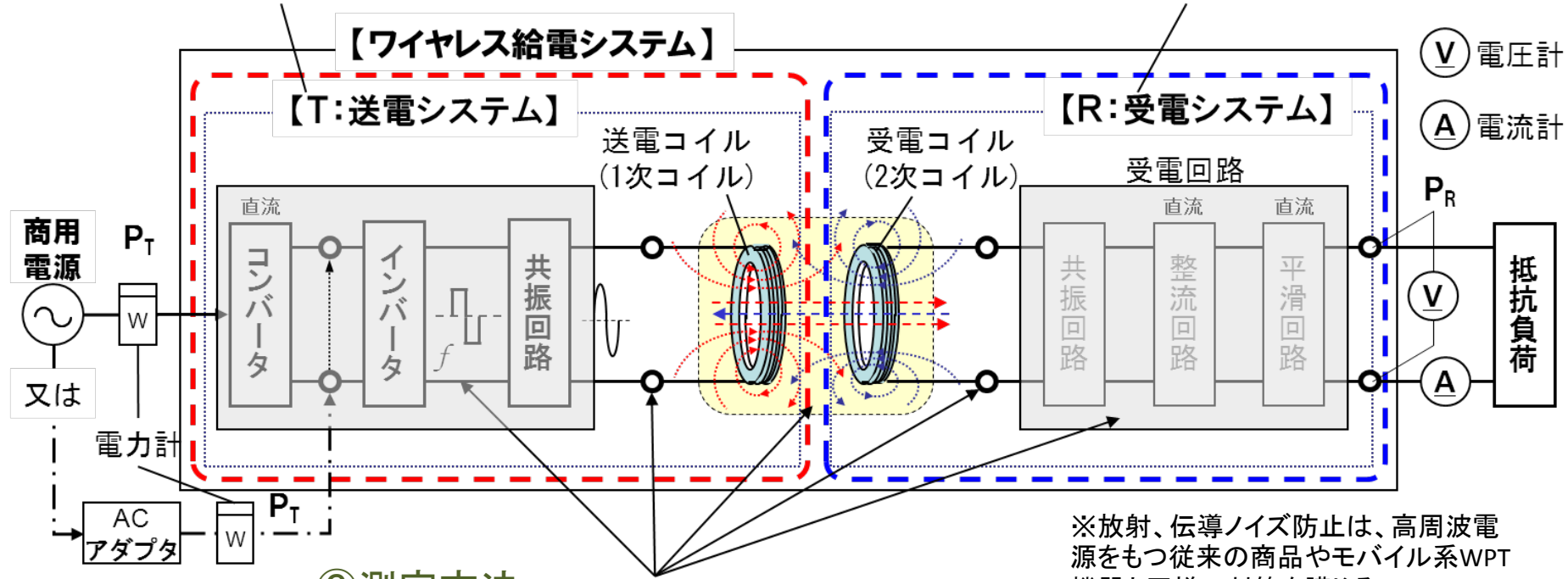
# システムの構成と測定法の説明

## ①送電システム

送電システムは、通常使用状態で電力が入力される部分から、高周波出力を伝送する部分(コイル・電極等)までとする。

## ②受電システム

受電システムは、製造者が通常使用に用いる受電システムとし、高周波出力を受電する部分(コイル・電極等)と受電回路を含む、直流出力端までとする。



※放射、伝導ノイズ防止は、高周波電源をもつ従来の商品やモバイル系WPT機器と同様の対策を講じる。

## ③測定方法

- ・通常使用される商品仕様に示された設置位置・方法で測定する。
- ・高周波出力は、送電システムに入力される入力電力(W)と受電システムの直流出力端で電流計と電圧計により測定される出力電力(W)から、計算により求める方法もある。
- ・負荷は、通常使用される商品仕様に記載された最大出力と同じ高周波出力となる「抵抗負荷」とする

## 2. 測定モデルと測定方法の提案

### (4) 電界結合型・モバイル機器用WPT

# 測定モデルの考え方

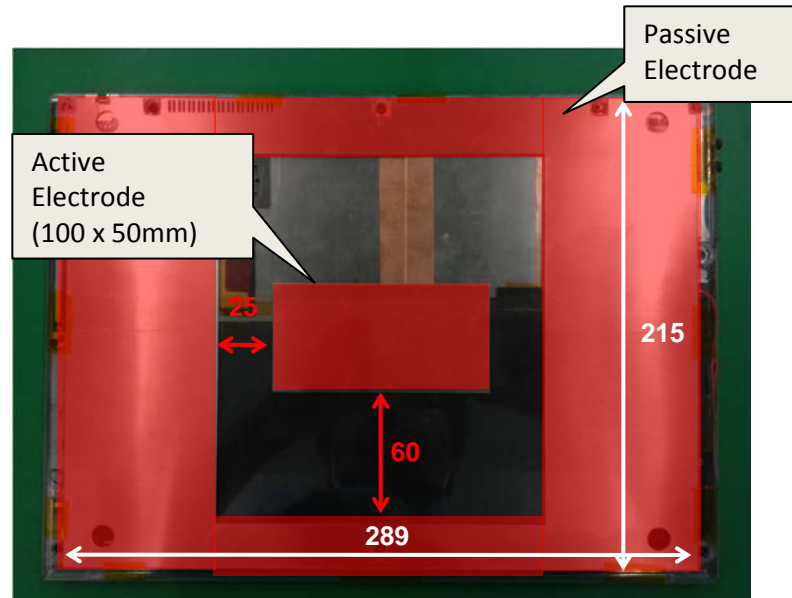
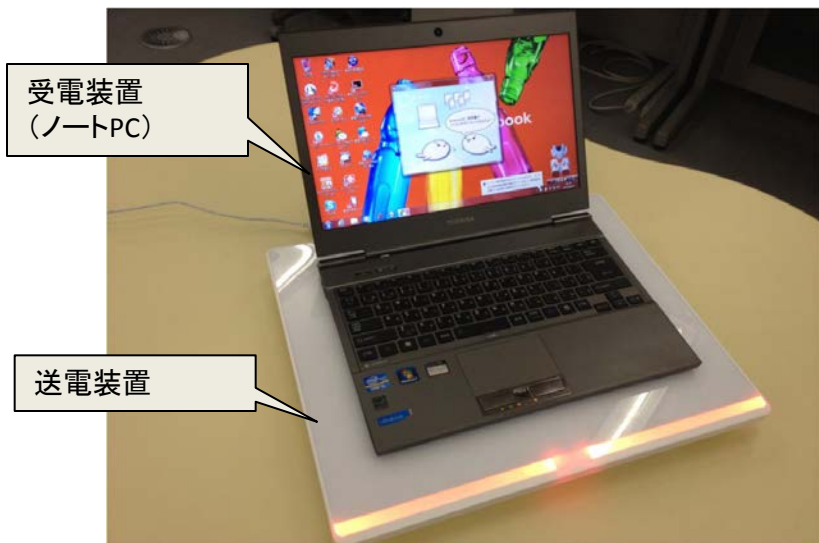
## 【電界結合WPT機器の利用モデル】

想定されるモバイル機器と利用シーン	利用形態	WPT機器と利用者との関係
リビング ①ノートPC、タブレット、スマートフォン等	①給電／充電しながら使用	①利用者との距離（近い） 特に腕や手が最も近づく
オフィス ②ノートPC、タブレット、スマートフォン等	②給電/充電しながら使用	②利用者との距離（近い） 特に腕や手が最も近づく

## 【結論】

WPT機器の利用形態から、利用者とWPT機器との距離が近い  
ため他の機器や人体への影響を十分に考慮する必要がある。

# 被測定物例(ノートPC充電器)



## スペック

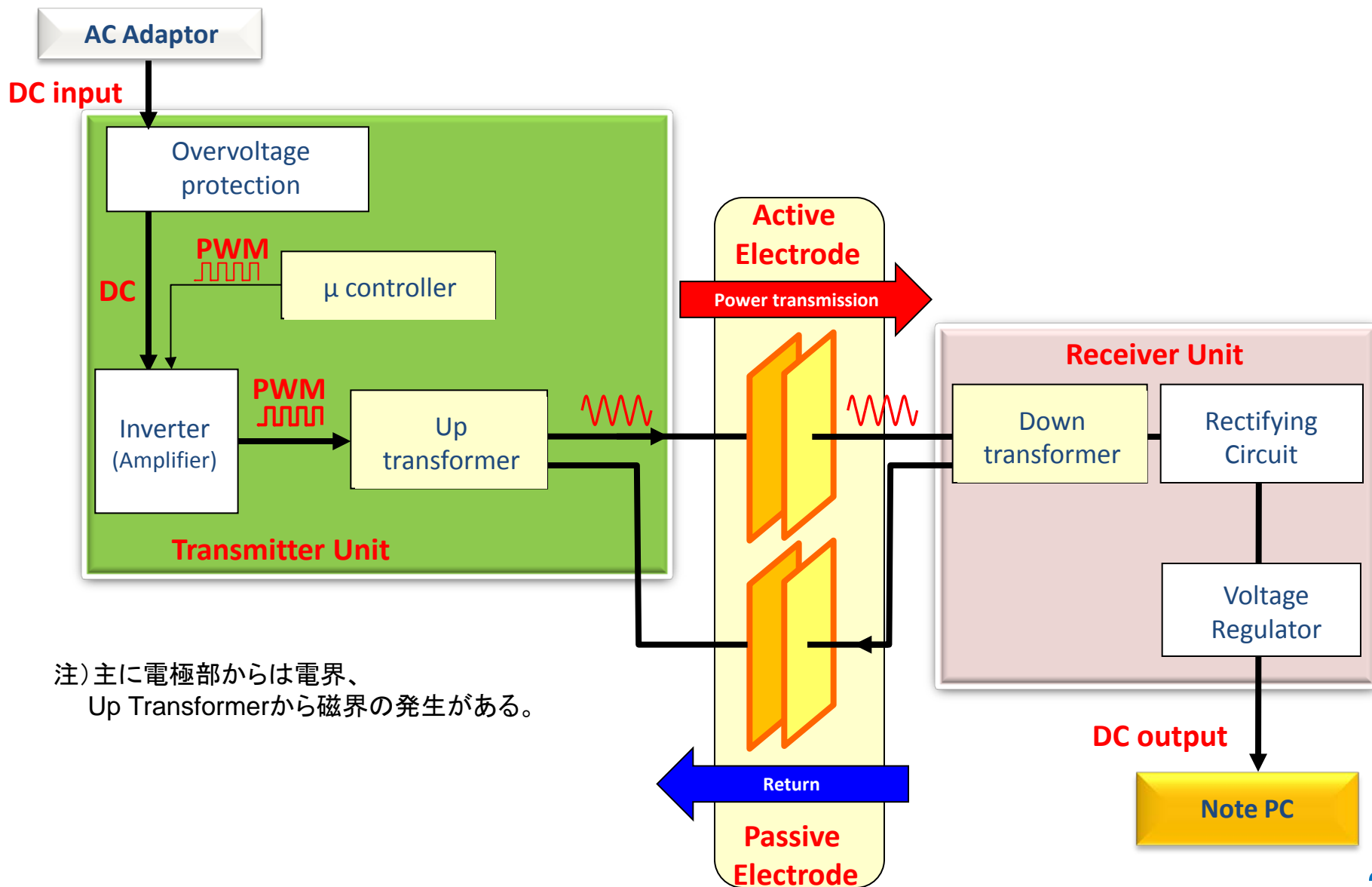
Item	Spec.			Unit
	Min	Typ.	Max	
Input DC Voltage	18.5	19.0	19.5	DCV
Input Current	-	1.8	2.7	DCA
Output Voltage	18.5	19.0	19.5	DCV
Output Power	-	20	25	W
Efficiency (DC in~DC out)	-	75	-	%

伝送周波数 約500kHz

最終的には出力50W以上のモデルを使用



# 電界結合型WPTシステムブロック



# 放射妨害波測定法(～30MHz)

根拠法規等：電波法施行規則第46条の7第1項第2号  
高周波利用設備，電磁誘導加熱式調理器

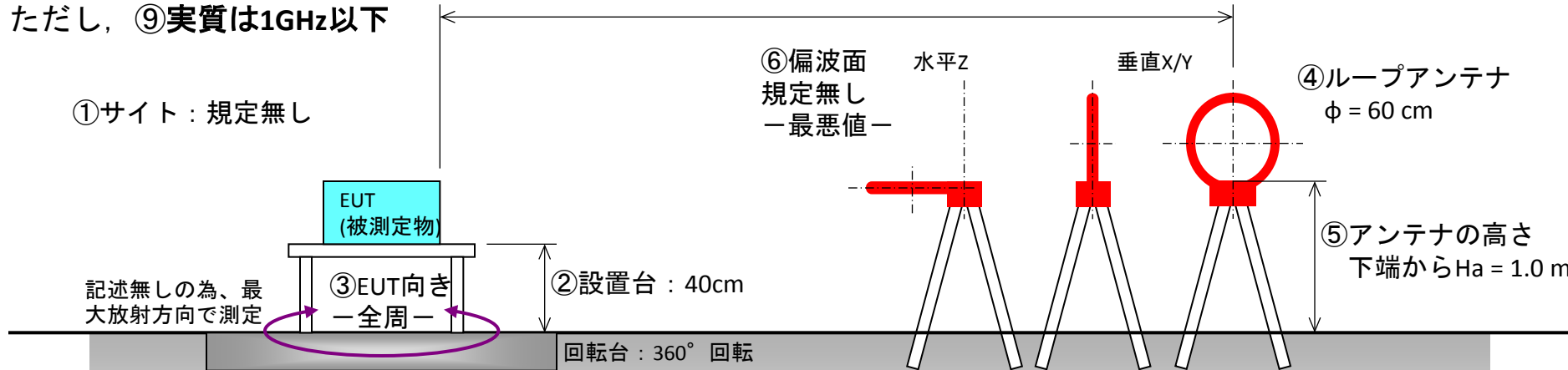
周波数帯域：300万MHz以下

—電波法第2条、「電波」の定義—

ただし，⑨実質は1GHz以下

⑧測定距離：30m，10m(30mへ距離換算)

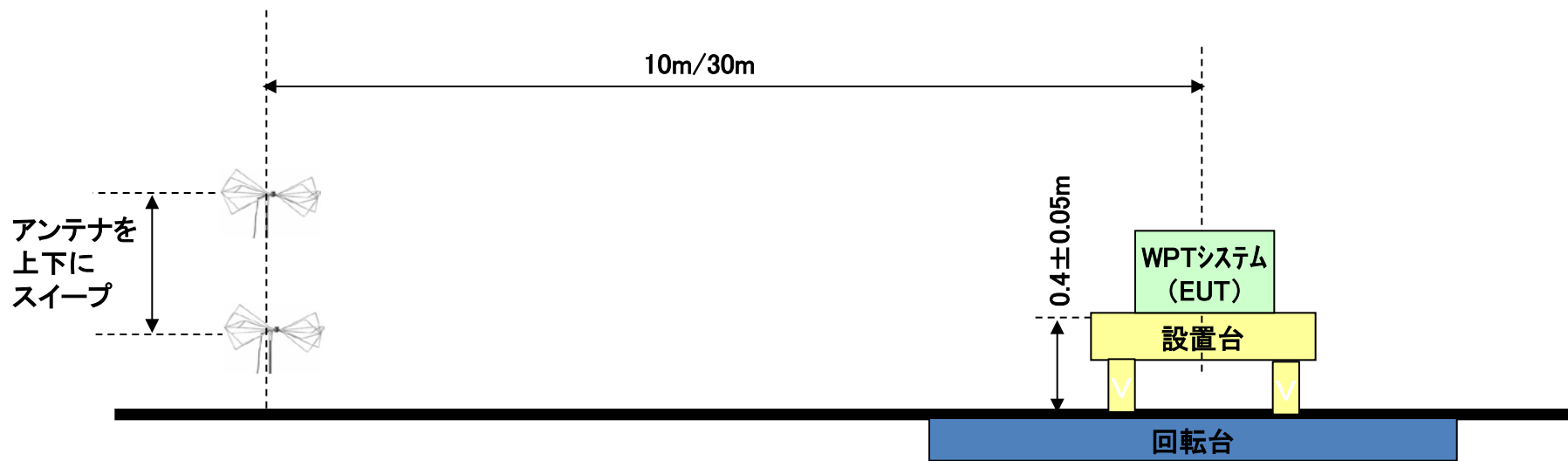
①サイト：規定無し



項目	電波法関連測定法	
対応規格	電波法施行規則第46条の7第1項第2号 型式の確認	
摘要	高周波利用設備 電磁誘導加熱式調理器	
測定 サイト	① サイト	特に規定なし
EUT 設置	② 高さ	40cm (電波法施行規則・別表第8号)
	③ 向き	全周(水平面)
受信 アンテナ	④ 種類	ループアンテナ(φ60cm) (電波法施工規則・別表第8号)
	⑤ 高さ	アンテナ下端1m (電波法施行規則・別表第8号)
	⑥ 偏波面	規定無し(最悪値を捜す) 垂直X/Y/水平Z
⑧ 測定距離	30m/10m (10mの場合は、30mへの距離換算1/27)	
⑨ 周波数帯域	300万MHz以下(電波法第2条、「電波」の定義) —実質1GHz以下	

電界の直接測定方法については、今後調査を行い、必要であれば測定法に追加していく。

# 放射妨害波測定法(30M~1GHz)



30MHz~1GHz測定:ダイポールアンテナ/広帯域アンテナ  
距離10m以内:1~4m上下スイープ+垂直X/Y  
距離10m以上:2~6m上下スイープ+垂直X/Y  
※電安法と同じ

EUTは各偏波面のアンテナに対して最悪輻射面となるように回転する

## 広帯域アンテナ例



バイコンカルアンテナ



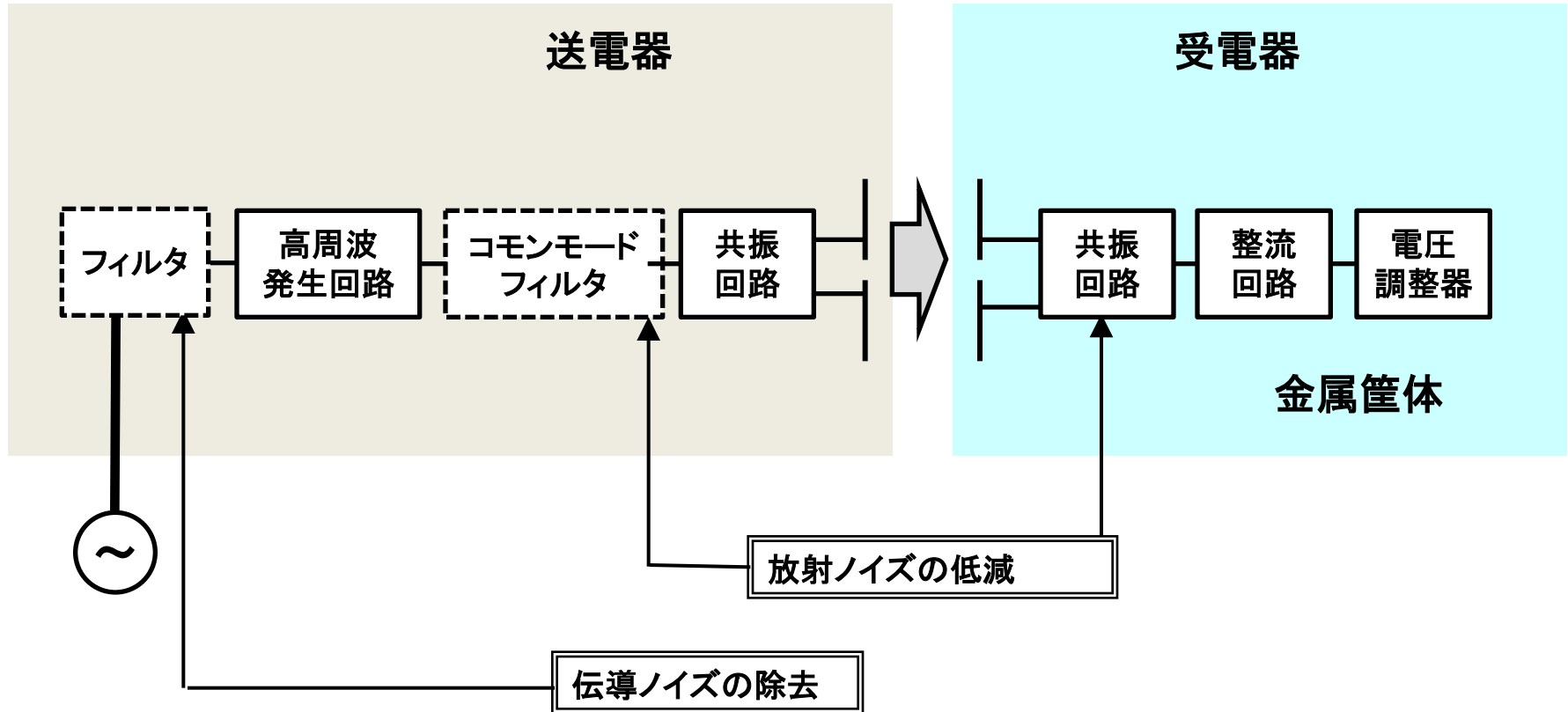
ログペリアンテナ



バイログアンテナ



# モバイル機器用電界結合WPTシステムの構成



伝導ノイズおよび放射ノイズの発生を抑制する対策を備える。  
特に、伝導ノイズについては、他の無線システムに影響を与えないような設計を行い、必要に応じてCISPR等に準拠した測定を実施する。

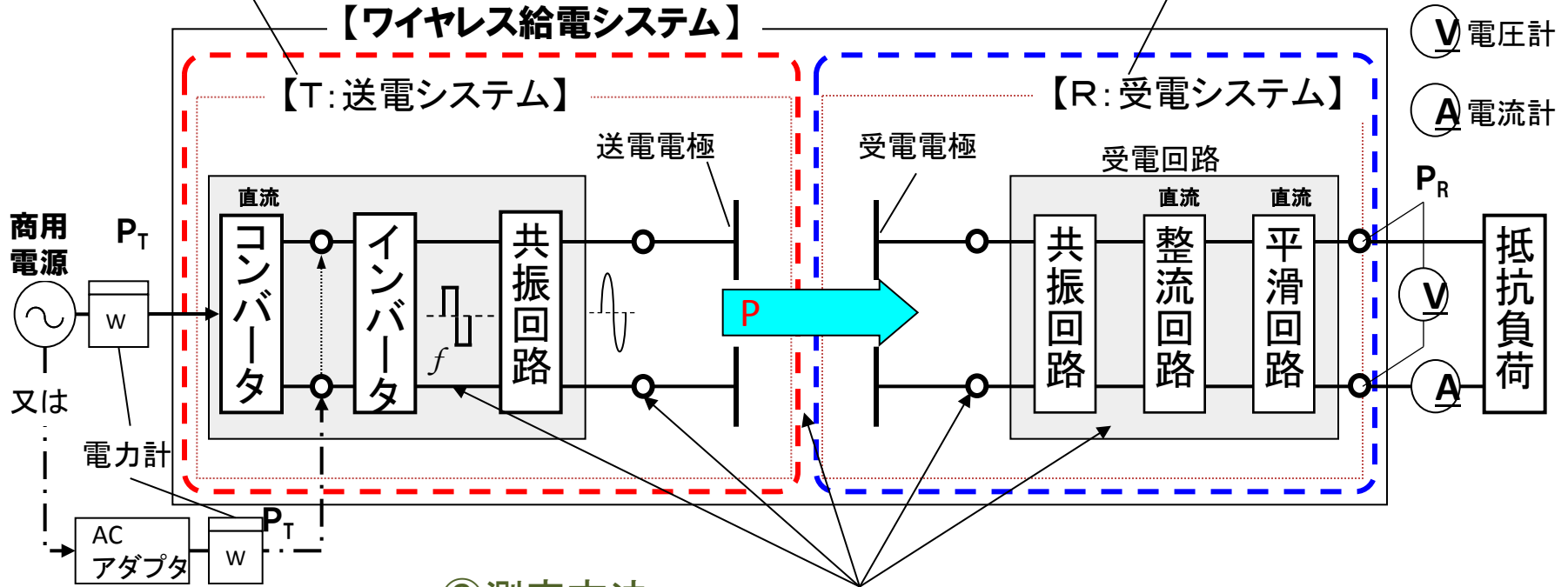
# システムの構成と測定法の説明

## ①送電システム

送電システムは、通常使用状態で電力が入力される部分から、高周波出力を伝送する部分(コイル・電極等)までとする。

## ②受電システム

受電システムは、製造者が通常使用に用いる受電システムとし、高周波出力を受電する部分(コイル・電極等)と受電回路を含む、直流出力端までとする。



## ③測定方法

- ・通常使用される商品仕様に示された設置位置・方法で測定する。
- ・高周波出力は、送電システムに入力される入力電力(W)と受電システムの直流出力端で電流計と電圧計により測定される出力電力(W)から、計算により求める方法もある。
- ・負荷は、通常使用される商品仕様に記載された最大出力と同じ高周波出力となる「抵抗負荷」とする

### 3. 電波ばく露に対する評価手順・ 測定方法の提案

# 周波数帯別のばく露評価すべき項目

(BWF「ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドラインVer2.0」から抜粋)

相当する 利用シーン		利用シーン 1 及び 2			利用シーン 3			利用シーン 4 のうち①電気自動車	
周波数帯		A	B	C	A	B	C	A	B
送電電力		～50W			50W～数kW			1kW～数10kW	
伝送距離		～数 m			～数 10cm 程度			～30cm 程度	
評価すべき項目	刺激作用	①			①			⑤	
	熱作用	②	③		②	③		⑥	⑦
	接触電流	④			④			⑧	
	誘導電流		⑨			⑨			⑨

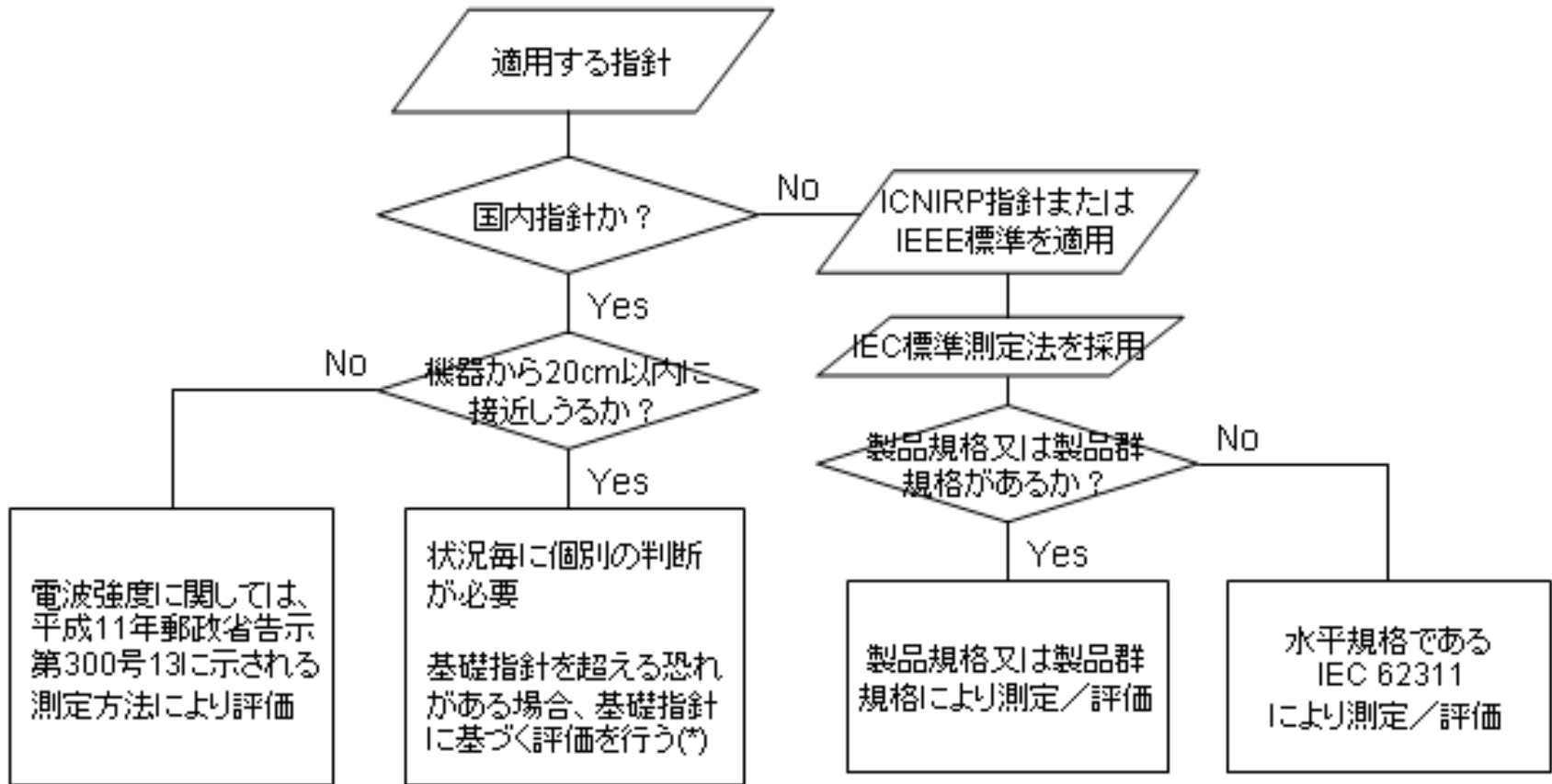
指針値の詳細は  
ガイドラインVer2.0  
附属書Fに記載

周波数帯A	10kHz ～ 100kHz
周波数帯B	100kHz ～ 10MHz
周波数帯C	13.56MHz、 27.12MHz、 40.67MHz

作業班での  
検討対象

# 評価法・測定法の選択のためのフローチャート（1）

（BWF「ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドラインVer2.0」から抜粋、電波防護指針の他にICNIRPなど国際ガイドラインへの準拠も考慮）

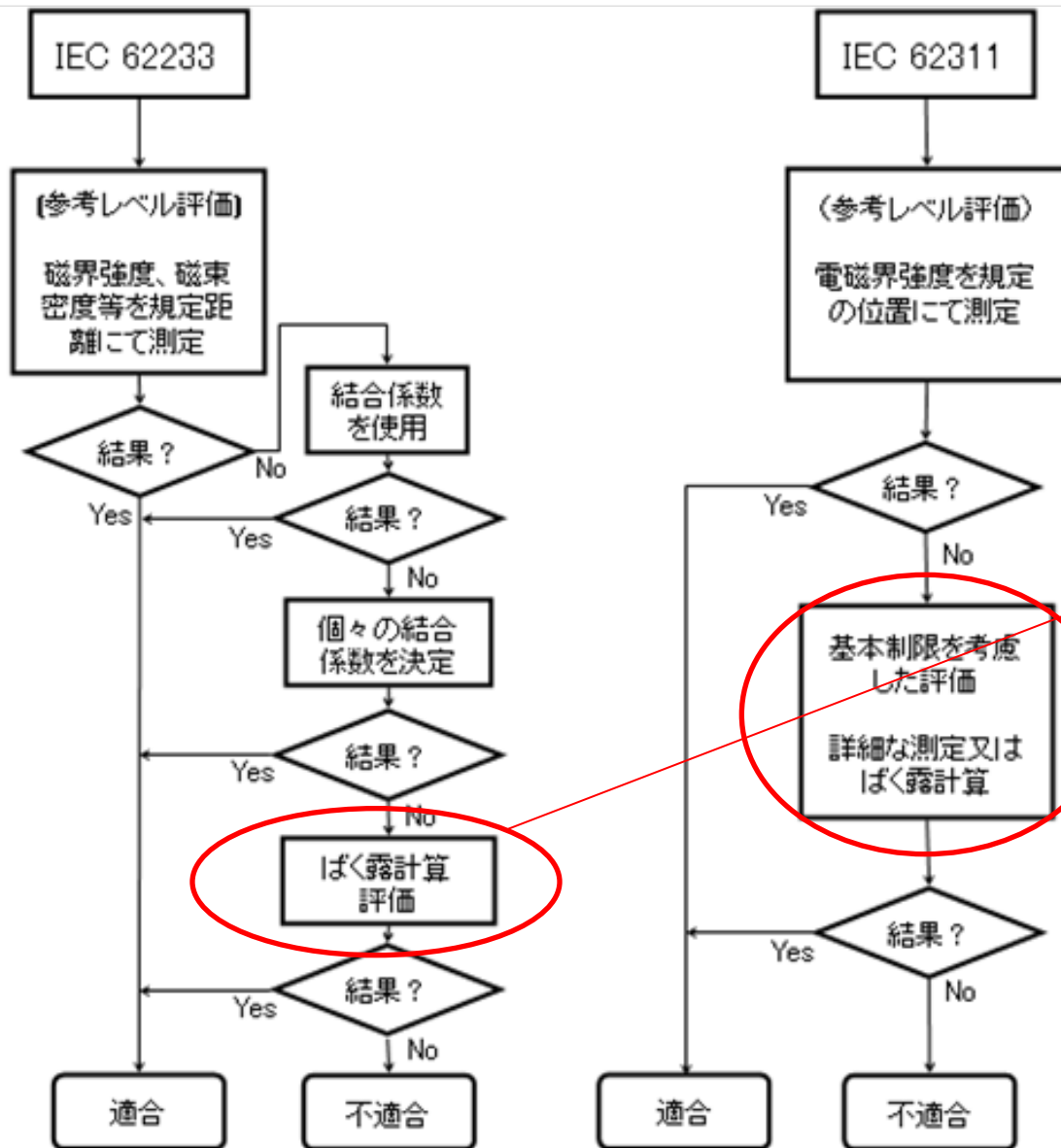


(\*)具体的に示されていないので、IEC 62311等を参考とする

IEC 62233  
IEC 62209-2  
(IEC PT61980)  
等



# 評価法・測定法の選択のためのフローチャート（2）



ばく露評価計算の実例を提示

# ばく露評価計算（ドシメトリ法）の実例

[文献1] 伊坂 祐樹, 久保 祐平, 多氣 昌生,  
“磁界共振型ワイヤレス電力伝送システムの人体曝露と伝達特性に関する検討 “,  
2011年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-4-11, 2011.

[文献2] Christ, M. G. Douglas, J. M. Roman, E. B. Cooper, A. P. Sample, B. H. Waters,  
J. R. Smith, and N. Kuster,  
“Evaluation of Wireless Resonant Power Transfer Systems with Human  
Electromagnetic Exposure Limits” ,  
IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, vol. 55, no. 2, pp. 265 - 274, 2013.

[文献3] Ilkka Laakso, Shogo Tsuchida, Akimasa Hirata, Yoshitsugu Kamimura  
“Evaluation of SAR in a human body model due to wireless power transmission in  
the 10 MHz band” ,  
Physics in Medicine and Biology, vol. 57, no. 15, pp. 4991-5002, 2012.

[文献4] S. W. Park K. Wake, and S. Watanabe,  
“Investigation of Numerical Methods and Dosimetry for a Wireless Power Transfer  
System Using Electromagnetic Resonance” 、  
International Symposium on Electromagnetic Compatibility、 2012.

[文献5] 久保 祐平, 多氣 昌生,  
“電界結合共振型ワイヤレス電力伝送装置と人体の相互作用 “,  
2011年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-4-12, 2011.

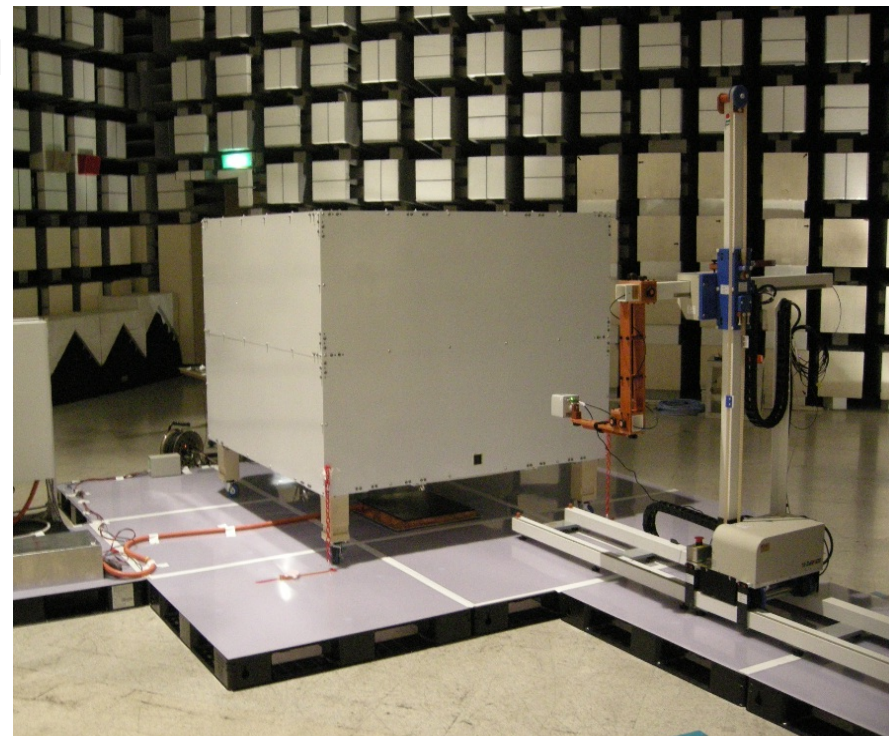
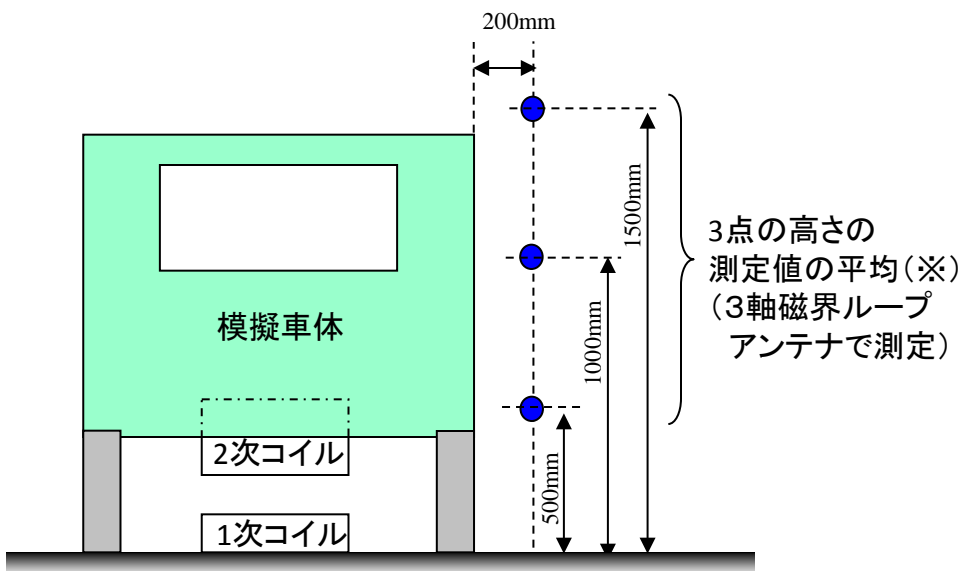
# 電波防護指针对応の近傍界電磁界測定方法案

## [ (1) 磁界結合型・電気自動車用WPT対応 ]

エミッション測定と同じく模擬台車を利用した測定方法  
IEC61980に提案されている3点平均法同等の手法

### 【条件】

- ・1次, 2次コイルの位置: 製品として利用される範囲
- ・送電は2次側があることが前提



※: サンプル点の設定方法、測定条件などについてはIEC61980で検討中。