

# 100kHz帯磁界結合WPTシステムと 中波放送システムの周波数共用検討に関する検討

2023.5.10

ブロードバンドワイヤレスフォーラム (BWF)

# 1. 100kHz帯磁界結合WPTシステムと中波放送システムの 周波数共用検討に関する検討結果のまとめ (1/2)

## (1) 周波数共用化の条件について

2014年11月の一部答申報告書に記載の共用化条件の内容を踏まえ（参考資料1に記載）、以下の共用化条件を考慮

- WPT機器からの不要放射レベルが中波放送システム（AMラジオ）受信機の位置において環境雑音以下であること
- 一般ユースケースにおいては、隣家との離隔距離は10mに設定
- ただし、共用スペース（カフェ、列車内など）を想定した離隔距離10m以下のケースについても検討を行い、影響の可能性がある場合には、注意喚起等の対策を行うこと

## (2) 共用化検討の進め方

- ① 放送受信波強度および環境雑音の測定 ⇒ 「2. 放送波の受信強度および環境雑音（背景雑音）」および参考資料3に記載
- ② 聴感試験の実施 ⇒ 「3. 聴感試験の結果」および参考資料3に記載
- ③ 共用化に対する考察 ⇒ 「4. 放送波に影響する放射妨害波レベルに関する考察」に記載

# 1. 100kHz帯磁界結合WPTシステムと中波放送システムの 周波数共用検討に関する検討結果のまとめ (2/2)

## (3) 結論

- 「隣家で10mの離隔距離」においては、WPT機器から中波放送システムへの影響はない。
- 公共エリアを想定した離隔距離10m以内の利用ケースに関しては、
  - ①高雑音地区および中雑音地区においては、3m以内の離隔距離において中波放送システムへ影響を与える可能性がある。  
ただし、今回実験に用いたWPT装置に関して、中波放送システムへの影響の可能性のあるのは離隔距離が1m以内に限られる。
  - ②低雑音地区においては、5m程度以内の離隔距離において中波放送システムへ影響を与える可能性がある。
- ⇒ WPTシステムの取扱説明書や製品本体等に「中波放送受信機への混信妨害の可能性はある」旨を明示し、消費者への注意喚起を行う必要あり（前回の一部答申と同じ結果）
- WPTシステムが中波放送受信機に対して許容できない混信妨害を与えた場合には、WPTシステム側に対策を行い、中波放送受信への混信妨害を許容レベルまで低減する等の対策を取ることが必要である。
- なお、100kHz帯磁界結合型WPTでは、「3mないし5mの必要離隔距離を満足できない」利用シーンが想定されており、列車内でのWPTシステム利用による隣接席での放送受信への影響が懸念される。そのため、今後、BWFは、日本放送協会及び一般社団法人日本民間放送連盟に対し、100kHz帯磁界結合型WPTシステム実用化までに、実用化に関する情報を提供する。また、実用化以前の段階で、国内の他事業者とWPTシステムの共用事例やITUなど国外の議論状況なども踏まえ、WPTシステムが中波放送受信機に対して許容できない混信妨害を与えた場合の対策について協議するものとする。

## 2. 放送波の受信強度および環境雑音（背景雑音）

2014年11月一部答申

### 試験1（中雑音区域想定）

村田製作所横浜事業所 会議室

放送波電界強度：38.5 dB  $\mu$ A/m（屋上）  
18.5 dB  $\mu$ A/m（会議室内）  
背景雑音： -31.5 dB  $\mu$ A/m程度（屋内窓際30cm）  
-18.5～-16.5 dB  $\mu$ A/m（屋内窓から2m）

### 試験2（低雑音区域想定）

福井県三方上中郡若狭熊川宿の駐車場付近の屋外

放送波電界強度： 1.5 dB  $\mu$ A/m  
背景雑音： -36.5 dB  $\mu$ A/m程度

2022年3月30日の試聴実験

### 試験（高雑音区域想定）

キヤノン川崎事業所 屋内4階会議室

放送波電界強度：28～33dB  $\mu$ A/m（会議室内）  
※高雑音区域（80～94dB  $\mu$ V/m）に相当する受信波強度を観測  
背景雑音： -10dB  $\mu$ A/m以上（会議室内）  
※ただし、1.5MHz帯近傍では10dB  $\mu$ A/m程度と高くなる（原因は不明(※)）。  
窓近くよりも奥の方が環境雑音はやや高い。

### 参考

	磁界強度 (dB $\mu$ A/m)	電界強度 (dB $\mu$ V/m)
中波放送波の強度 (高雑音区域)	28.5 ~ 42.5	80 ~ 94 (10mV/m~50mV/m)
中波放送波の強度 (中雑音区域)	14.5 ~ 28.5	66 ~ 80 (2mV/m~10mV/m)
中波放送波の強度 (低雑音区域)	- 3.5 ~ 14.5	48 ~ 66 (0.25mV/m~2mV/m)

# 3. 聴感試験の結果

2014年11月一部答申

## 試験1 (中雑音区域想定)

村田製作所横浜事業所内の会議室

表 3. 7. 2-4(a) 放送波に対する WPT スペクトラムの影響

距離 m	放送波 dBuV/m	WPT漏えい電界強度 dBuV/m	聴感試験	
			受信機A1	受信機A2
1	70	57.0	○	○
2	70	35.0	○	○
2.5	70	背景雑音以下	△	△
2.7	70	背景雑音以下	△	△
2.9	70	背景雑音以下	×	×
3	70	背景雑音以下	×	×

○:ノイズ音あり △:ノイズ音わずかにあり ×:ノイズ音なし

## 試験2 (低雑音区域想定)

福井県三方上中郡若狭熊川宿の駐車場付近の屋外

表 3. 7. 2-4(b) 放送波に対する WPT スペクトラムの影響

距離 m	放送波 dBuV/m	WPT漏えい電界強度 dBuV/m	聴感試験			
			受信機A1	受信機A2	受信機A3	受信機B1
1	53	55.4	○	○	○	○
1.25	53	49.5	○	○	○	○
3	53	30.0	○	○	○	○
4	53	23.3	△	△	△	△
5	53	背景雑音以下	△	△	△	△
6	53	背景雑音以下	×	×	×	×

○:ノイズ音あり △:ノイズ音わずかにあり ×:ノイズ音なし

2022年3月30日の試聴実験

## 高調波の距離特性 (電波暗室内での測定値)

距離(m)	0.75	1	1.5	2	2.5	3	5
5次高調波	2.04	1.05	-2.85	-6.95	-10.35	-13.35	-21.35
11次高調波	-13.83	-13.63	-16.53	-19.63	-22.03	-23.63	-26.43

実験室での高調波の特性については、距離1mにおいて、偶数高調波(4次、6次、8次)のみ確認。11次高調波は確認できず。

## 試聴試験の結果

- WPT装置からの不要放射は無変調正弦波(CW波)になっているため、影響を受ける場合には、11次高調波(1419kHz前後)とラジオ放送中心周波数(1422kHz)の周波数差(3kHz程度)に相当する音(ピー音)が聞こえる。
- PCを送受電コイルの上から外した場合に(ただし想定しない利用形態)、WPT装置からの放射周波数は5kHz程度変化。
- WPT装置から50cm以内については影響を受け、AMラジオからWPT装置に起因するピー音が聞こえた。
- WPT装置から100cm程度の場合には、条件(AMラジオの向き、WPT装置から離れる角度方向など)によっては影響を受け、AMラジオからWPT装置に起因するピー音が聞こえた。
- WPT装置から100cm以上離れた場合には、影響は確認されなかった  
放送波電界強度28dB $\mu$ A/m程度に対して-14dB程度の干渉波レベルになれば放送波に対する影響はなくなる

# 4. 放送波に影響する放射妨害波レベルに関する考察(1)

		2014年11月一部答申		2022年3月30日実験
		中雑音地区	低雑音地区	高雑音地区
放送波電界強度		18.5 dB $\mu$ A/m程度	1.5 dB $\mu$ A/m程度	28~33dB $\mu$ A/m
環境雑音レベル		-31.5 dB $\mu$ A/m程度 ただし、窓から2mでは -18.5~-16.5 dB $\mu$ A/m	-36.5 dB $\mu$ A/m程度	-10 dB $\mu$ A/m程度
WPT機器からの 不要放射レベル	ノイズ音あり	-16.5 dB $\mu$ A/m以上 (放送波比35dB以下)	-21.5 dB $\mu$ A/m以上 (放送波比23dB以下)	-8 dB $\mu$ A/m以上? (放送波比36dB以下?)
	条件によっては ノイズ音あり	-20 dB $\mu$ A/m以上? (放送波比38.5dB以下?)	-30 dB $\mu$ A/m以上? (放送波比32dB以下)	-13.6 dB $\mu$ A/m以上 (放送波比42dB以下)
	ノイズ音なし	-28 dB $\mu$ A/m以下?	-30 dB $\mu$ A/m以下?	-13.6 dB $\mu$ A/m以下



2014年11月の一部答申（中雑音地区）と2022年3月の実験（高雑音地区）の結果において、以下の傾向が見れる。  
 放送波電界強度に対してWPT機器からの不要放射レベルが

- 35dB程度以下 ⇒ 影響大（ノイズ音あり）
- 35dB～40dB ⇒ 影響あり（条件によってノイズ音あり）
- 40dB以上 ⇒ 影響なし（ノイズ音なし）



低雑音地区に対して、2014年11月の一部答申（低雑音地区）の結果から、今回の推測は可能。  
 放送波電界強度に対してWPT機器からの不要放射レベルが

- 23dB程度以下 ⇒ 影響大（ノイズ音あり）
- 23dB～32dB ⇒ 影響あり（条件によってノイズ音あり）
- 32dB以上 ⇒ 影響なし（ノイズ音なし）

## 4. 放送波に影響する放射妨害波レベルに関する考察(2)

前スライドの考察が正しい場合、以下が推定される

低雑音地区において（2014年11月一部答申と同一条件）放送波電界強度に対してWPT機器からの不要放射レベルが

- 23dB程度以下（離隔距離2.5m以内） ⇒ 影響大（ノイズ音あり）
- 23dB～32dB（離隔距離5m程度以内） ⇒ 影響あり（条件によってノイズ音あり）
- 32dB以上（離隔距離5m程度以上） ⇒ 影響なし（ノイズ音なし）

## 4. 放送波に影響する放射妨害波レベルに関する考察(3)

ここまでの考察を踏まえた上での結論として

- ▶ 2014年11月の一部答申での共用化条件である「隣家で10mの離隔距離」においては、今回検討したWPT機器から中波放送システムへの影響はない。
- ▶ 公共エリアを想定した離隔距離10m以内の利用ケースに関しては、
  - ①高雑音地区および中雑音地区においては、3m以内の離隔距離において中波放送システムへ影響を与える可能性がある。（注：前回の一部答申の結果による）  
ただし、今回実験に用いた100kHz帯磁界結合型WPTに関して、中波放送システムへの影響の可能性のあるのは、離隔距離が1m以内に限られる。
  - ②低雑音地区においては、5m程度以内の離隔距離において中波放送システムへ影響を与える可能性がある。
- ⇒ WPTシステムの取扱説明書や製品本体等に「中波放送受信機への混信妨害の可能性がある」旨を明示し、消費者への注意喚起を行う必要あり（前回の一部答申と同じ結果）
- ▶ WPTシステムが中波放送受信機に対して許容できない混信妨害を与えた場合には、WPTシステム側に対策を行い、中波放送受信への混信妨害を許容レベルまで低減する等の対策を取ることが必要である。
- ▶ なお、100kHz帯磁界結合型WPTでは、「3mないし5mの必要離隔距離を満足できない」利用シーンが想定されており、列車内でのWPTシステム利用による隣接席での放送受信への影響が懸念される。そのため、今後、BWFは、日本放送協会及び一般社団法人日本民間放送連盟に対し、100kHz帯磁界結合型WPTシステム実用化までに、実用化に関する情報を提供する。また、実用化以前の段階で、国内の他事業者とWPTシステムの共用事例やITUなど国外の議論状況なども踏まえ、WPTシステムが中波放送受信機に対して許容できない混信妨害を与えた場合の対策について協議するものとする。



# (参考) 放射妨害波許容値設定に関する考察

2014年11月の一部答申での考え方を踏襲

マイナス：影響なし  
 プラス：影響あり

離隔距離10mでWPT機器からの影響はない

離隔距離10m以内でWPT機器からの影響がある可能性あり

	①WPT機器からの漏えいレベル (dB $\mu$ A/m)	②設計余裕度 (dB)	③実測に基づく補正 (dB)	④=①-②-③	⑤許容干渉レベル (Rec. ITU-R SM.372-13による環境雑音レベル dB $\mu$ A/m)		Margin (=④-⑤)
					City	Rural	
前回一部答申による省令での条件 (ただし離隔距離10mでの値)	-2.0	10	20	-32.0	City	-25.5	-6.5
					Residential	-30.5	-1.5
					Rural	-34.5	2.5
実測データ 5次高調波@1m	1.1	0	20	-18.9	City	-25.5	6.6
					Residential	-30.5	11.6
					Rural	-34.5	15.6
実測データ 5次高調波@3m	-13.4	0	20	-33.4	City	-25.5	-7.9
					Residential	-30.5	-2.9
					Rural	-34.5	1.1
実測データ 11次高調波@1m	-13.6	0	20	-33.6	City	-25.5	-8.1
					Residential	-30.5	-3.1
					Rural	-34.5	0.9
実測データ 11次高調波@3m	-23.6	0	20	-43.6	City	-25.5	-18.1
					Residential	-30.5	-13.1
					Rural	-34.5	-9.1

実測データを用いているので設計余裕度はカウントしない

注：Rec. ITU-R SM.372-13による環境雑音レベルのうち“Quiet rural”は掲載せず

## 参考資料1

2014年11月の一部答申報告書記載内容まとめ  
(モバイル機器向け400kHz帯電界結合型WPTと  
中波放送システムとの共用化検討結果)

# 中波放送との共用検討の進め方

## ◆基本的な考え方（一部抜粋）

- 技術的に妥当で適切な干渉モデルを設定し、慎重に技術検討をする必要があるとともに、**低雑音区域における受信者及び干渉モデルから外れた受信者についても確実に保護する仕組みづくりが必要**である。
- WPTシステムの導入や普及は、人口が多い都市部から進んでいくと考えられるため、**WPTシステムの導入に当たっては、この都市型難聴の状態を更に悪化させない**ということを念頭に置いて技術検討を行うことも重要である。

## ◆検討の基本条件

- 中波放送受信機への干渉が問題視される**屋内受信状態を検討**する。
- 干渉検討モデルは、**まずは中～高雑音区域を想定**して、難聴が懸念されているコンクリート構造等のビル内に受信機があることを条件とする。なお、木造家屋については、中波放送帯の電波が建物内部に到達する際の減衰量に関する計測データ等が存在しないため、**中波放送帯の電波が建物内部に到達する際の減衰量を0dB**とした場合の検討結果を等価的に引用する。
- BWFの漏えい電界強度の目標値では中波放送への影響があるため、中波放送の干渉耐性の条件として、中波放送の混信保護比を用いることが考えられた。しかし、これは振幅変調である中波放送局間の基準であり、無変調連続波であるWPTシステムには利用できないことが確認され、利用可能な許容干渉レベルの規定がなかった。したがって、**背景雑音（都市雑音）**を許容干渉レベルの出発点とする。具体的には、ITU-R P.372 で規定される**背景雑音レベル**を利用する。
- **所要離隔距離の基準**は、CISPR 上の「住宅環境」においては、10m以内の距離に存在する無線通信機器が保護の対象とされていることを考慮し、**10m**とする。
- 中波放送帯の電波がコンクリート構造の建物内部に到達する際の減衰量については「**中波放送プリエンファシス懇談会報告書（昭和58年12月）**」から引用した。

# (参考資料) 日本でのWPT制度化におけるEV用WPTと中波放送との共用検討結果

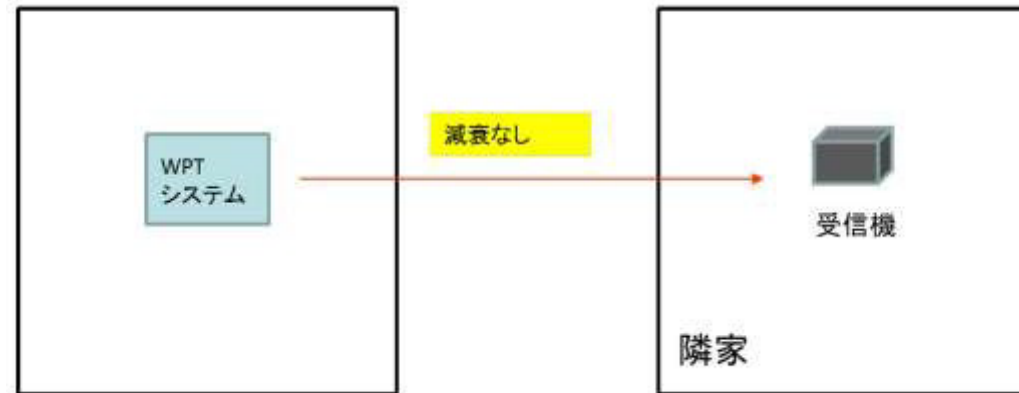
Report ITU-R SM.2451-0のTABLE A.7-4.2"Example of condition for coexistence between WPT systems and broadcasting services"  
からの引用

日本の省令における放射妨害波許容値  
施行規則第46条の2の第1項第9号(1)(2)及び第10号

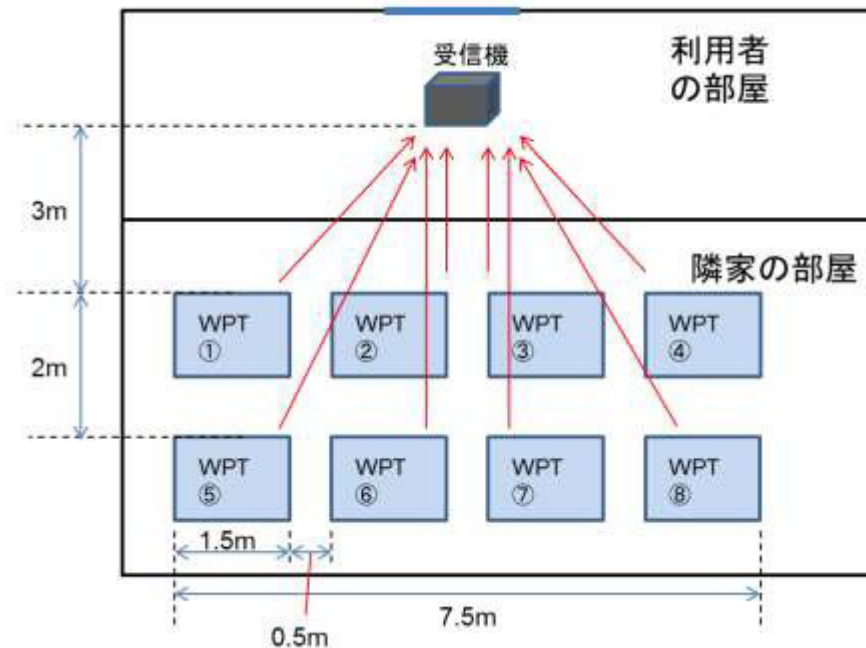
Radio environment categories in Rec. ITU-R P.372-13	A (City)	B (Residential)	C (Rural)	D (Quiet rural)	Remarks
(1) Radiated emission limits @ 10 m (dBuA/m)	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	Radiated emission limits in MF frequency range in Japan's regulations for WPT systems for EV.
Separation distance (m)	10	13	16	35	Separation distance 10m is defined as the condition of impact study in urban areas. Separation distance in residential, rural and quiet rural areas are described only as reference.
(2) Degradation due to separation distance (dB)	0	4.8	8.6	22.9	In Japan's radio law, the distance conversion factor from 10 m to 30 m is 1/10 (=20 dB) in the frequency range of MF broadcasting service. From this relationship ( the 2.1-th power rule ), the factor from 10 m to 15 m is 1/2.3 (=7.2 dB) the factor from 10 m to 20 m is 1/4.3 (=12.7 dB)
(3) Propagation loss due to walls of houses and buildings (dB)	10	10	10	10	Referred from Japan's report results of MIC's round-table conference concerning MF broadcasting pre-emphasis (Dec. 1983).
(4) Uncertainty budget in industries' design and test stage (dB)	14	14	14	14	Estimated by measured results of developed WPT systems for EVs in Japan.
(5) Realized emission H-field strength at AM radio receiver (dBuA/m)	-26.0	-30.8	-34.6	-48.9	Calculated by (5) = (1) - (2) - (3) - (4)
<b>Environment noise level (dBuA/m)</b>	<b>-25.5</b>	<b>-30.5</b>	<b>-34.5</b>	<b>-48.5</b>	<b>Calculated at 500 kHz by Eq.(7) and Fig.10 in Rec. ITU-R P.372-13.</b>

# 干渉検討モデル

- 隣家どうし干渉を検討
- 壁減衰は無し、距離減衰は考慮



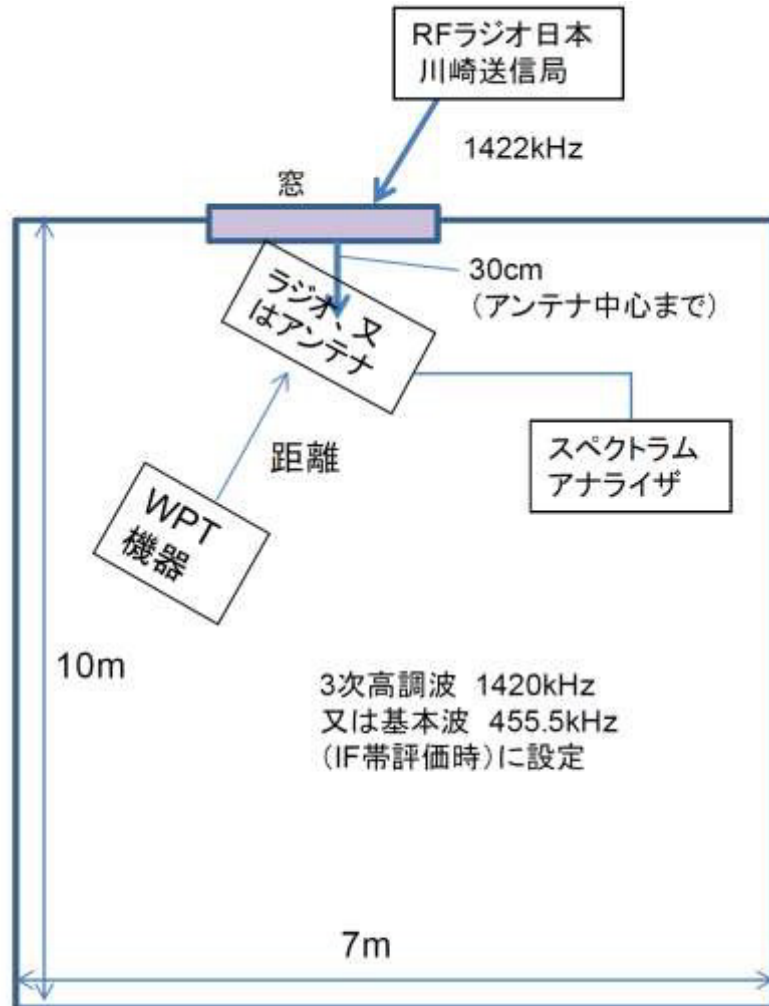
- 複数台使用時の干渉も検討



# 試聴実験について

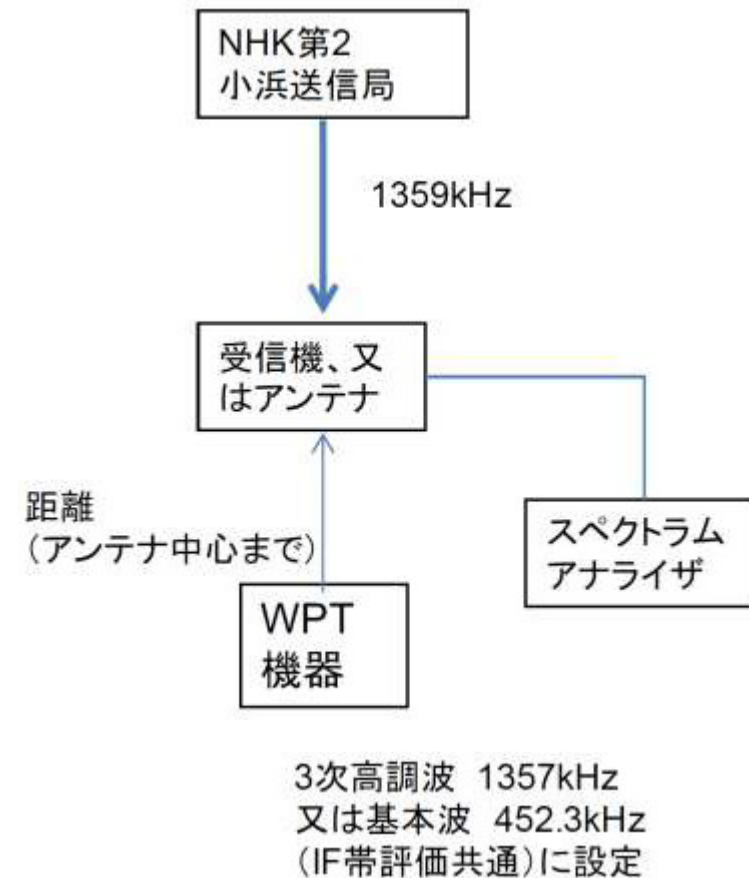
## 試験1 (中雑音区域想定)

村田製作所横浜事業所内の会議室



## 試験2 (低雑音区域想定)

福井県三方上中郡若狭熊川宿の駐車場付近の屋外



# 放送波の受信強度および環境雑音（背景雑音）

## 試験1（中雑音区域想定）

村田製作所横浜事業所内の会議室

屋上では放送波の電界強度が $90 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $38.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ ) と非常に高かったため、屋内で実験を行った。  
(屋内での放送波の電界強度は $70 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $18.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ ) )  
背景雑音が屋上では $20 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $-31.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ ) 程度であるのに対し、屋内の窓から2 mの距離では $33\sim 35 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $-18.5\sim -16.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ ) と背景雑音が上昇し、放送波の音声変調帯のスペクトラムが背景雑音に埋もれてしまい、放送が正常に受信できなくなった。したがって、屋内でかつ窓際30 cmでの条件を中雑音区域想定の実験が可能な条件と判断した。

## 試験2（低雑音区域想定）

福井県三方上中郡若狭熊川宿の駐車場付近の屋外

放送波の電界強度は $53 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $1.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ )  
背景雑音が $15 \text{ dB } \mu\text{V/m}$  ( $-36.5 \text{ dB } \mu\text{A/m}$ ) 程度と、横浜より5 dB程度低くなった。

# 聴感試験の結果

## 試験1 (中雑音区域想定)

村田製作所横浜事業所内の会議室

表 3.7.2-4(a) 放送波に対する WPT スペクトラムの影響

距離 m	放送波 dBuV/m	WPT漏えい電界強度 dBuV/m	聴感試験	
			受信機A1	受信機A2
1	70	57.0	○	○
2	70	35.0	○	○
2.5	70	背景雑音以下	△	△
2.7	70	背景雑音以下	△	△
2.9	70	背景雑音以下	×	×
3	70	背景雑音以下	×	×

○:ノイズ音あり △:ノイズ音わずかにあり ×:ノイズ音なし

## 試験2 (低雑音区域想定)

福井県三方上中郡若狭熊川宿の駐車場付近の屋外

表 3.7.2-4(b) 放送波に対する WPT スペクトラムの影響

距離 m	放送波 dBuV/m	WPT漏えい電界強度 dBuV/m	聴感試験			
			受信機A1	受信機A2	受信機A3	受信機B1
1	53	55.4	○	○	○	○
1.25	53	49.5	○	○	○	○
3	53	30.0	○	○	○	○
4	53	23.3	△	△	△	△
5	53	背景雑音以下	△	△	△	△
6	53	背景雑音以下	×	×	×	×

○:ノイズ音あり △:ノイズ音わずかにあり ×:ノイズ音なし



# 放射妨害波許容値と所要離隔距離

表 3.7.2-6 補正を加えた場合の所要離隔距離計算結果（高～中雑音区域）

所要離隔距離の計算条件		漏えいレベル	複数台設置による 干渉レベルの上昇	実験値に 基づいた 補正	許容干渉 レベル	所要離隔 距離
		(dBuV/m @10m)	(dB)	(dB)	(dBuV/m)	(m)
①	BWF提示の目標値利用	49.5	0	20	21.5	15.5
②	共用可能となる許容値の場合	41.0	0	20	21.5	9.7
③	漏えいレベルに測定データ反映	21.0	0	20	21.5	3.3
④	漏えいレベルに測定データ反映(改善後)	18.0	0	20	21.5	2.8

結果的に省令における放射妨害波許容値になった

測定に基づく緩和要素  
(根拠は次スライド)

Rec. ITU-R SM.372-13による  
環境雑音レベル (Residential)  
に相当 (= -30.5 dB  $\mu$ A/m)

# 放送波スペクトラム測定による考察

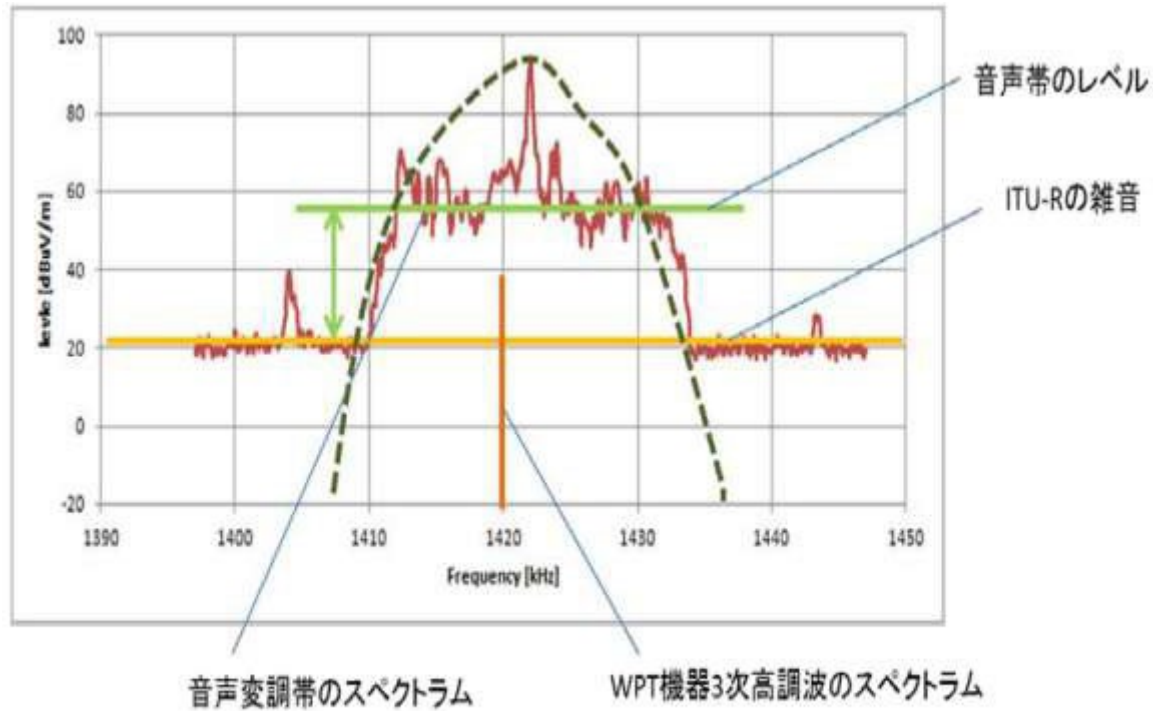


図 3.7.2-9(a) 高雑音区域を想定したスペクトラム

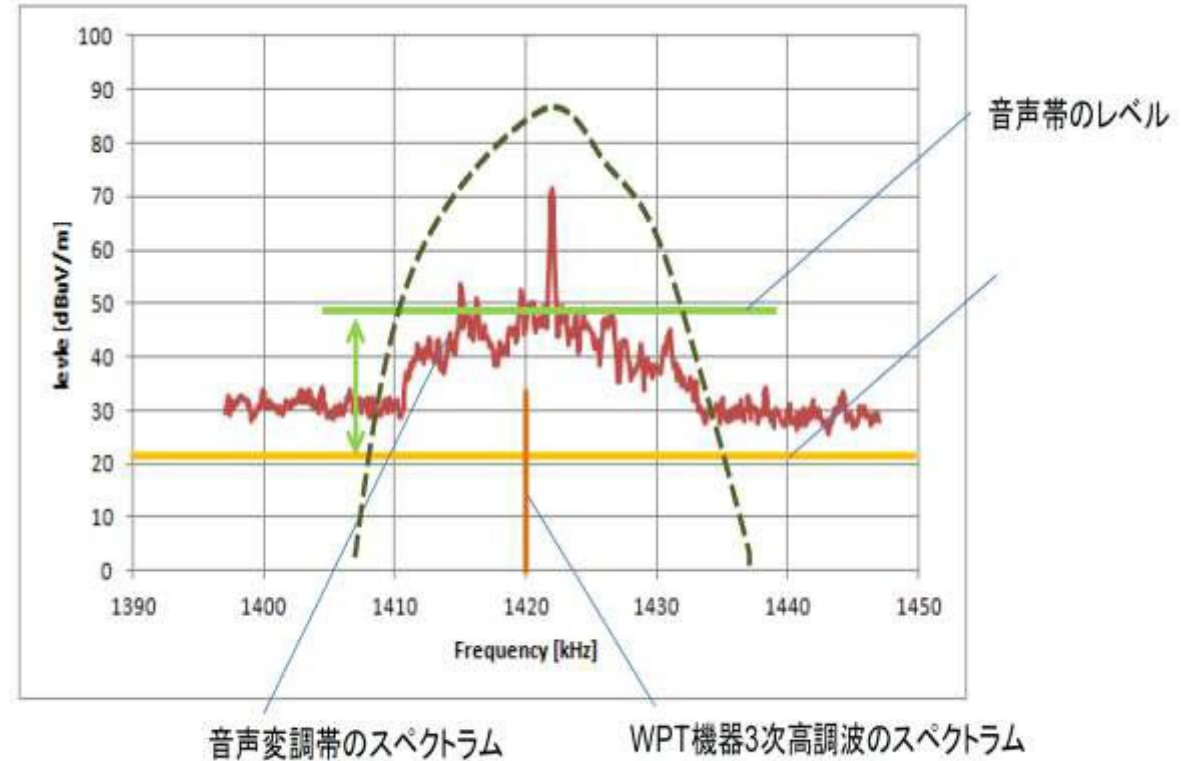


図 3.7.2-9(b) 中雑音区域を想定したスペクトラム

放送波の音声変調帯スペクトラムのレベルはITU-R勧告による環境雑音レベルより20～30dB以上高い



この結果を元に、離隔距離計算において20dBの緩和を考慮

# 安全設計余裕度を考慮した所要離隔距離

表 3.7.2-8 安全設計余裕度を持たせた場合の所要離隔距離計算

所要離隔距離の計算条件		漏えいレベル	複数台設置による 干渉レベルの上昇	実験値に 基づいた 補正	許容干渉 レベル	所要離隔 距離
		(dBuV/m @10m)	(dB)	(dB)	(dBuV/m)	(m)
①	3次高調波 設計余裕度10dB反映	39.5	0	20	21.5	9.0
②	基本波 設計余裕度10dB反映	58.6	0	0	85.0	2.4

「許容値 - 10dB」を設定  
許容値に対し、設計上は10dB以上の余裕度を持たせることが必須

## 検討結果のまとめ（報告書原文そのまま）

### 検討結果のまとめ

以上の検討結果から、高～中雑音区域については、上述の工に示す安定性設計による緩和処置を施すことで、共用条件を満足するものと考えられる。

一方、低雑音区域においては、条件によっては、WPTシステムが受信機へ干渉を与える可能性がある。そのため、WPTシステムの取扱説明書や製品本体等に「中波放送受信機への混信妨害の可能性はある」旨を明示し、消費者への注意喚起を行うことにより、干渉回避が可能となると考えられる。万が一、WPTシステムが中波放送受信機に対して許容できない混信妨害を与えた場合には、WPTシステム側に対策を行い、中波放送受信への混信妨害を許容レベルまで低減する等の対策を取ることが必要である。

低雑音区域に設置される放送局のうち、WPTシステムの3次高調波が取りうる周波数範囲（1275 kHz～1572 kHz）に入る放送局は、全国で約170箇所ある。そのため、低雑音区域における干渉確率についても十分考慮することが必要である。

低雑音区域での干渉確率については、以下のように考えられる。

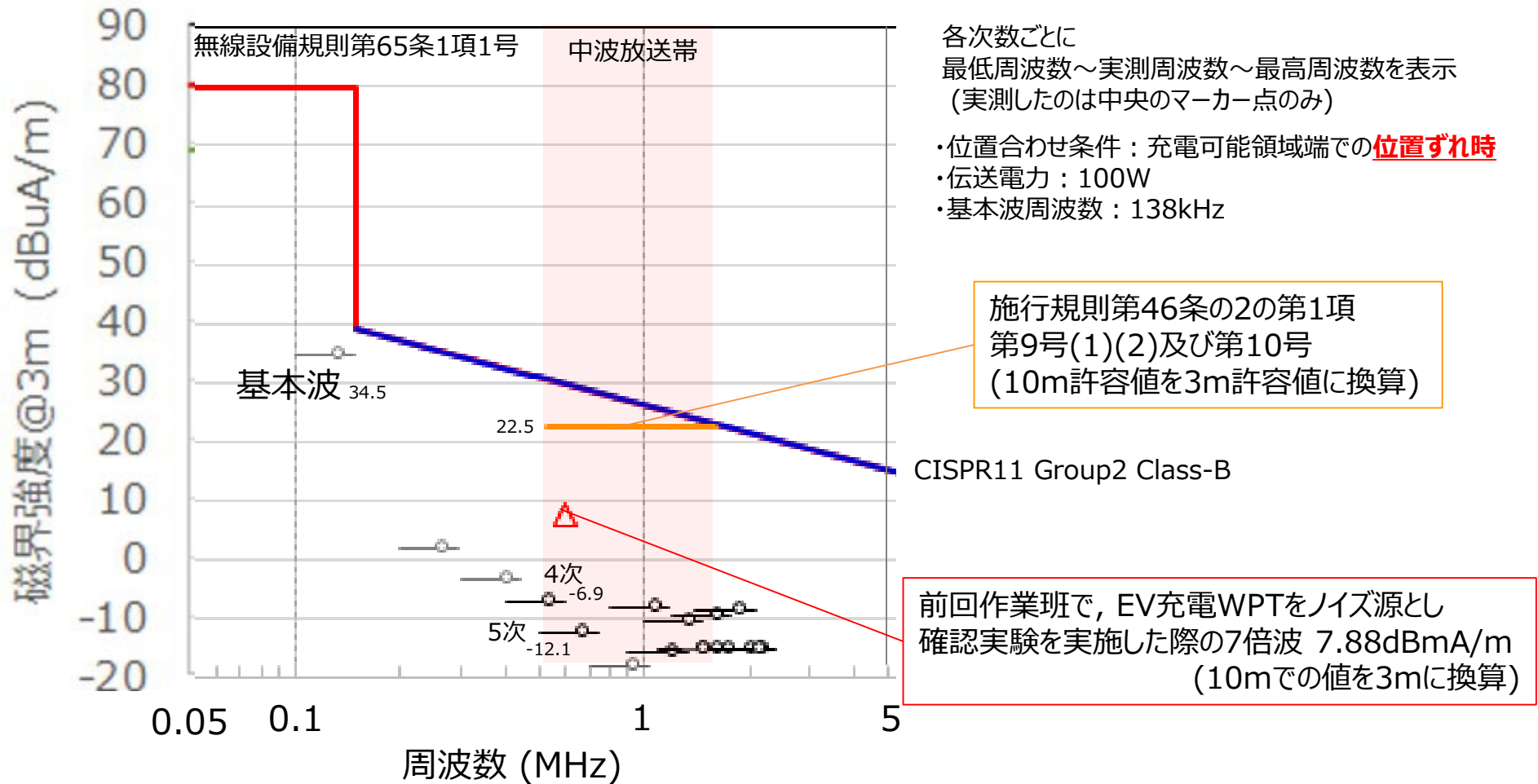
WPTシステムは、利用周波数帯の中で一つの周波数を選定し、電力伝送を行う。基本波425 kHz～524 kHz（帯域99 kHz）に対して、3次高調波の周波数が取りうる帯域は3倍の1,425 kHz～1,572 kHz（帯域297 kHz）となる。干渉の影響を受けやすい1つの放送波の帯域を仮に10 kHz(中心周波数±5 kHz)と考えると、放送周波数帯域に入る確率は、 $10 \div 297 \times 100 = 3.4\%$ となる。さらに、以下の要素により確率は低下するものと考えられ、実用上有害な干渉が発生する可能性は、極めて低いものと考えられる。

- ・ WPTシステムの向きと受信機の向きが、干渉を受けやすい方向に一致する確率の低さ
- ・ WPTシステムと受信機が隣家で近接して利用される確率の低さ
- ・ WPTシステムの受電装置の置く場所による周波数のずれ  
(同一のWPTシステムであっても、10 kHz～40 kHz程度のずれが生じる)

## 参考資料2

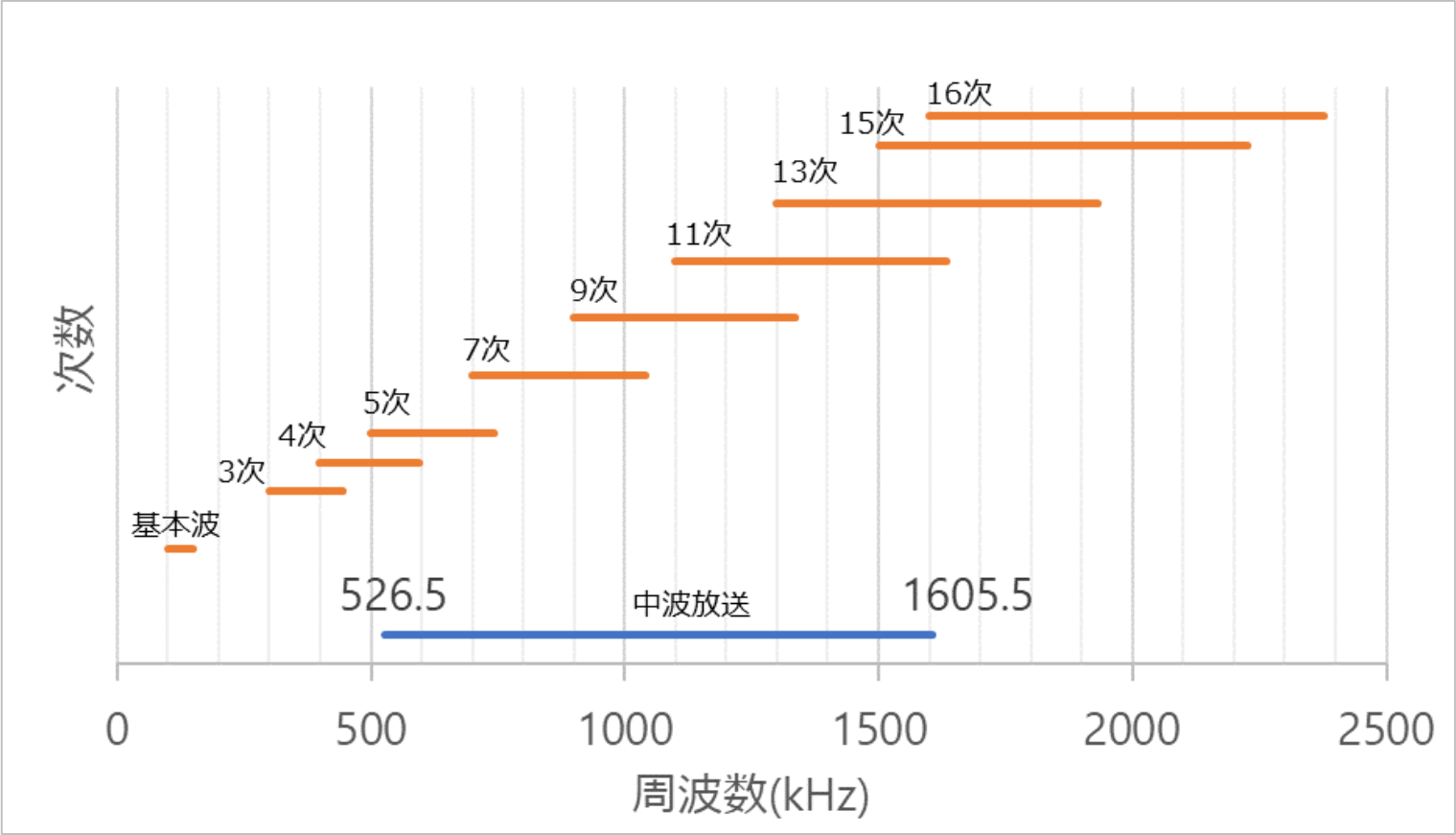
100kHz帯磁界方式WPTからの不要放射の測定データ  
(中波放送システムへの影響評価のためのデータ)

# 3m放射磁界強度と各種許容値との関係



各許容値比で中波放送帯域で29dB以上のマージンを確認.

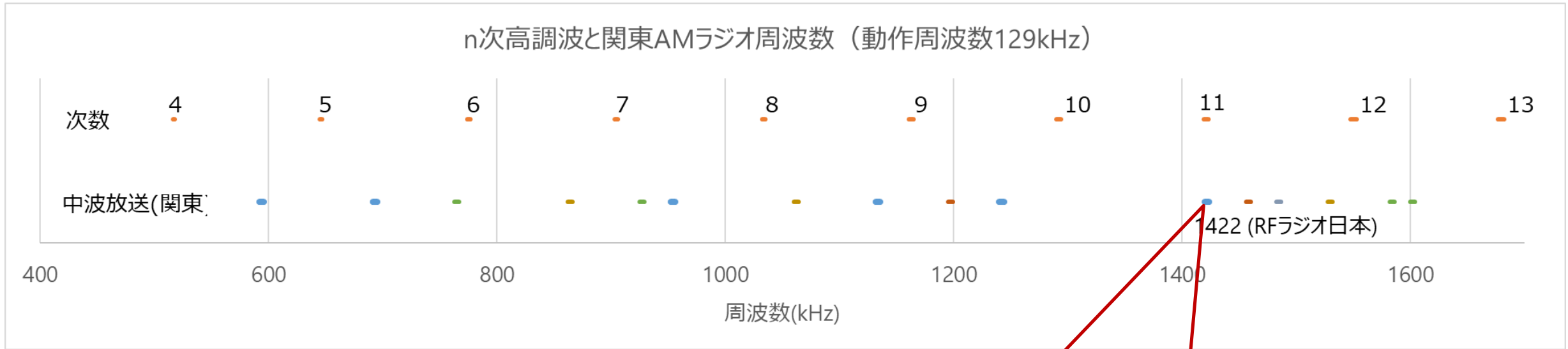
# 中波放送周波数と重複する高次高調波



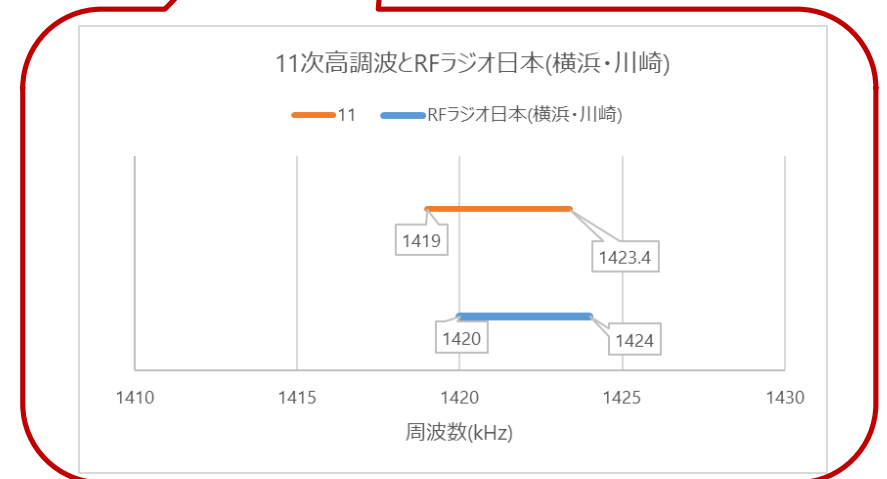
	基本波	3次	4次	5次	7次	9次	11次	13次	14次	15次	16次
次数	1	3	4	5	7	9	11	13	14	15	16
最小周波数	100	300	400	500	700	900	1100	1300	1400	1500	1600
最大周波数	148.5	445.5	594	742.5	1039.5	1336.5	1633.5	1930.5	2079	2227.5	2376

4次高調波～16次で周波数が重複する

# 試作機の高次高調波周波数と中波放送周波数



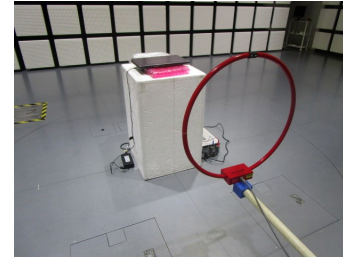
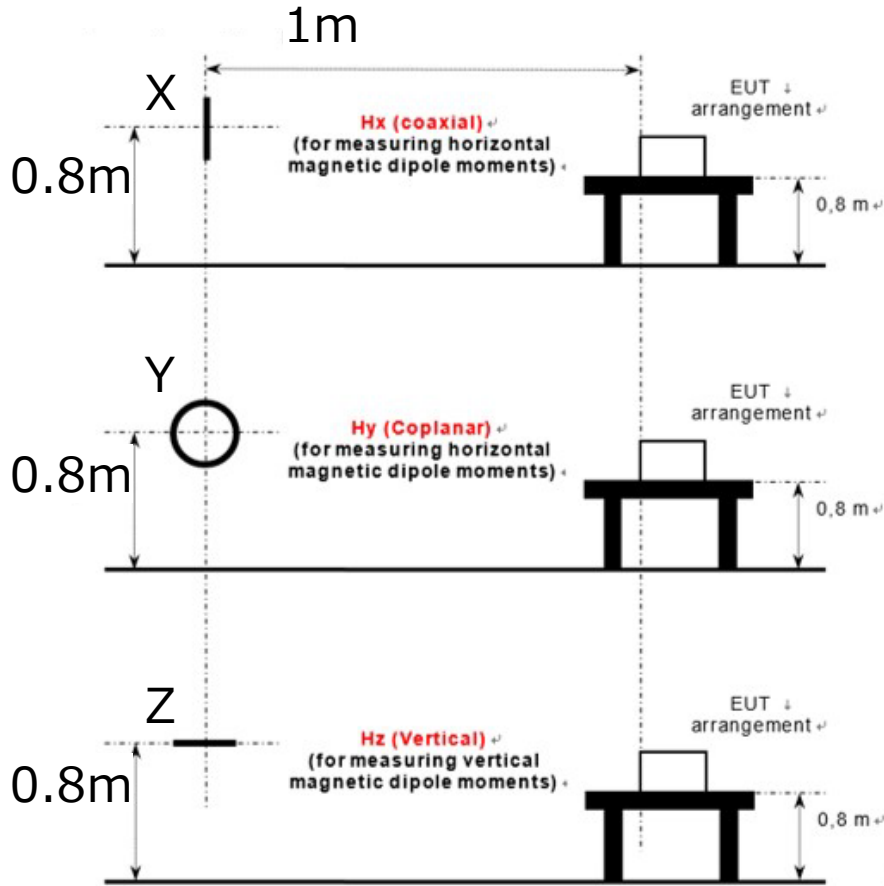
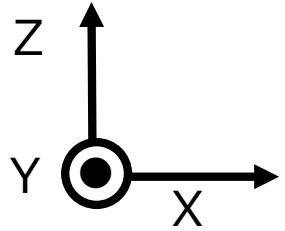
試作機の動作周波数129kHzの11倍高調波と重複するRFラジオ日本（1422kHz）が聴覚実験の候補となる



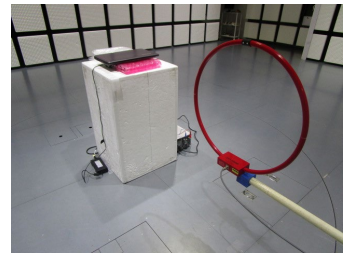


# 利用シーンを想定した指向性および強度測定

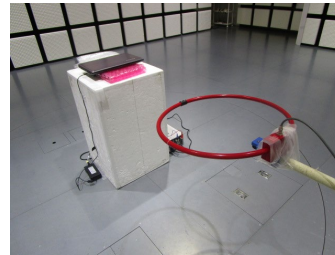
## 測定系



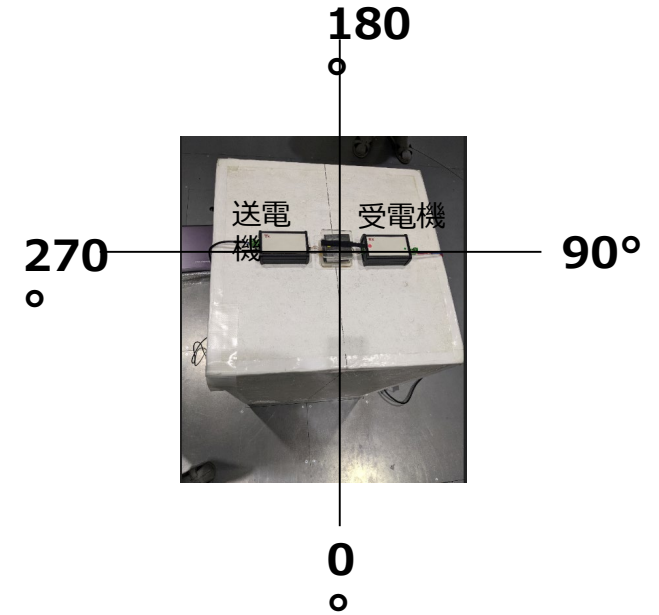
Hx(0°)



Hy(0°)



Hz(0°)



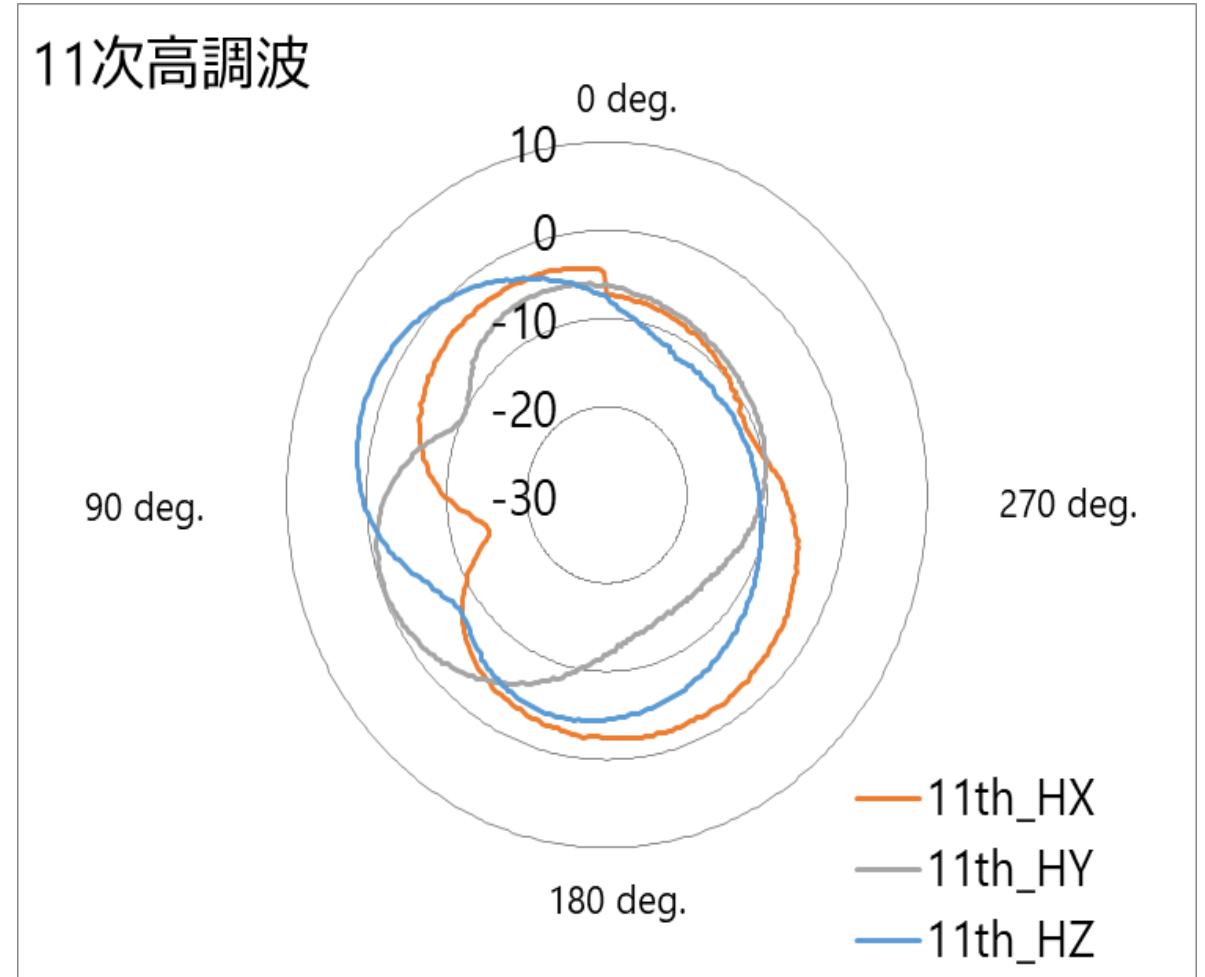
送電器出力は50ワット

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

# 中波放送帯での放射指向性（11次高調波）

アンテナ配向	角度	強度(dBuA/m)
HX	161	-2.56
HY	247	-0.07
HZ	289	2.35

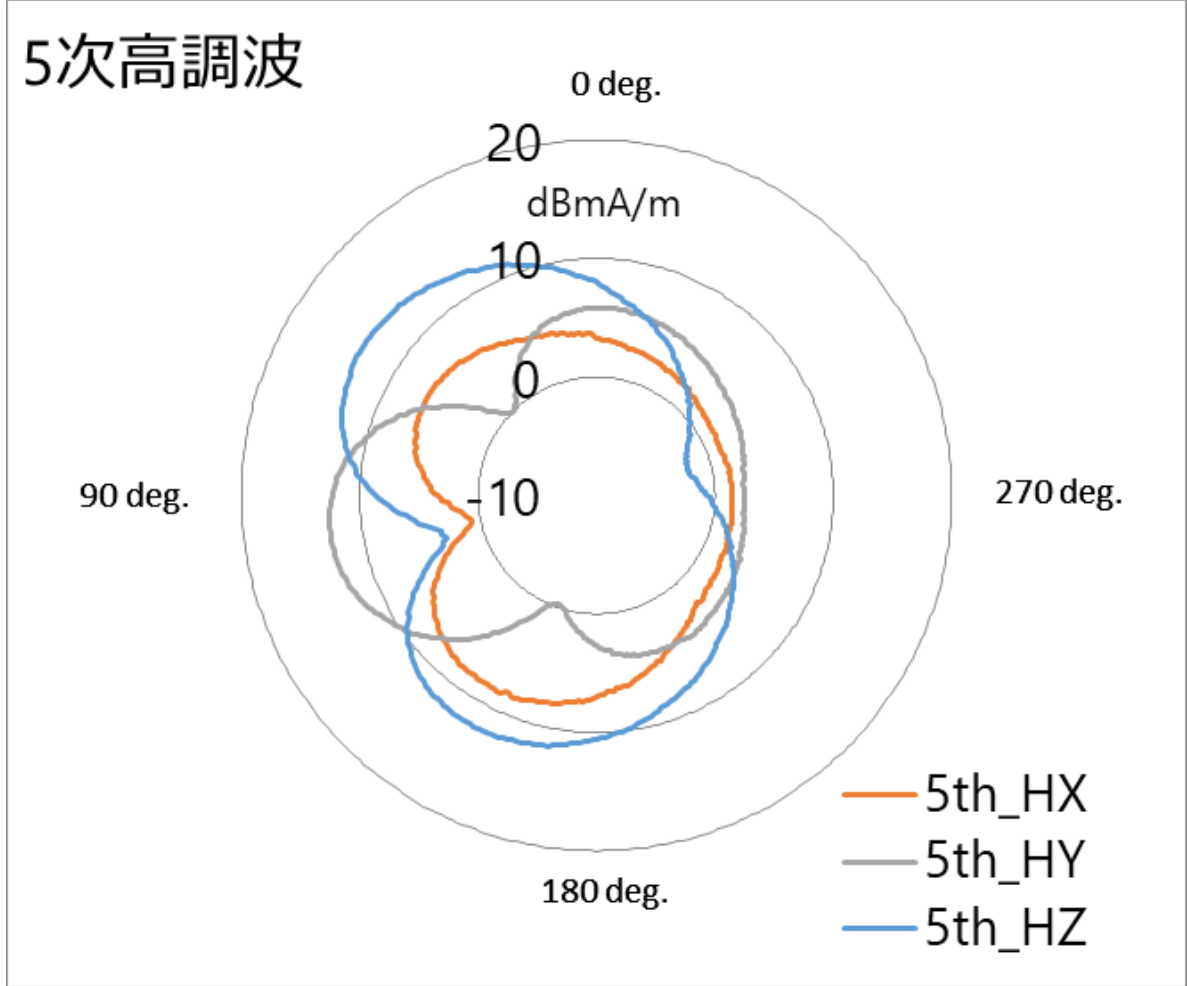
- 放射は等方的でなく10dB程度の角度依存性あり  
⇒ 近接時の干渉発生確率の低減に寄与しうる
- 最悪強度で放射される方向が磁界軸成分で異なる



# 中波放送帯での放射指向性（5次高調波）

アンテナ配向	角度	強度(dBuA/m)
HX	206	8.61
HY	261	12.9
HZ	304	13.53

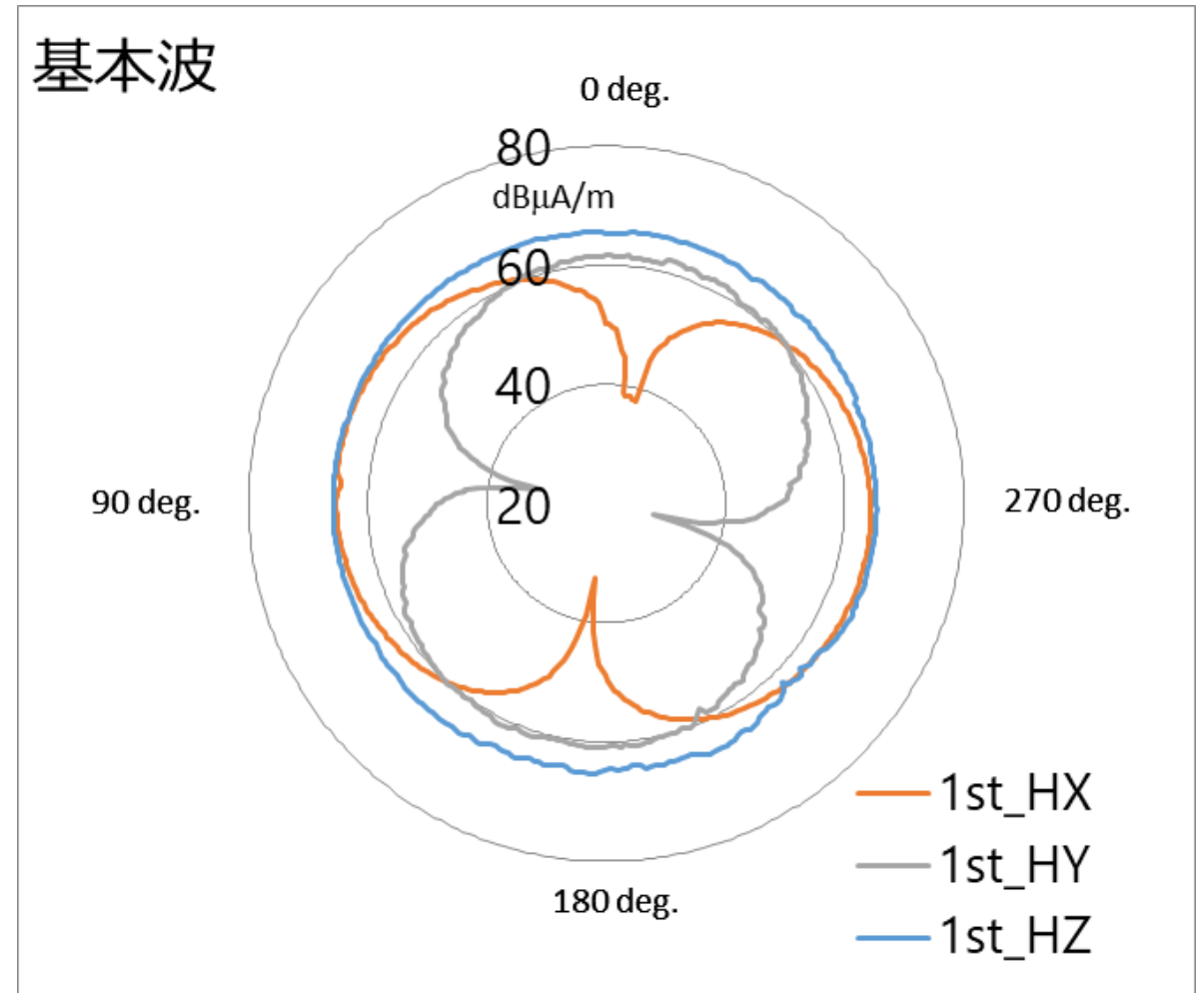
- 放射は等方的でなく10dB程度の角度依存性あり  
⇒ 近接時の干渉発生確率の低減に寄与しうる
- 最悪強度で放射される方向が磁界軸成分で異なる



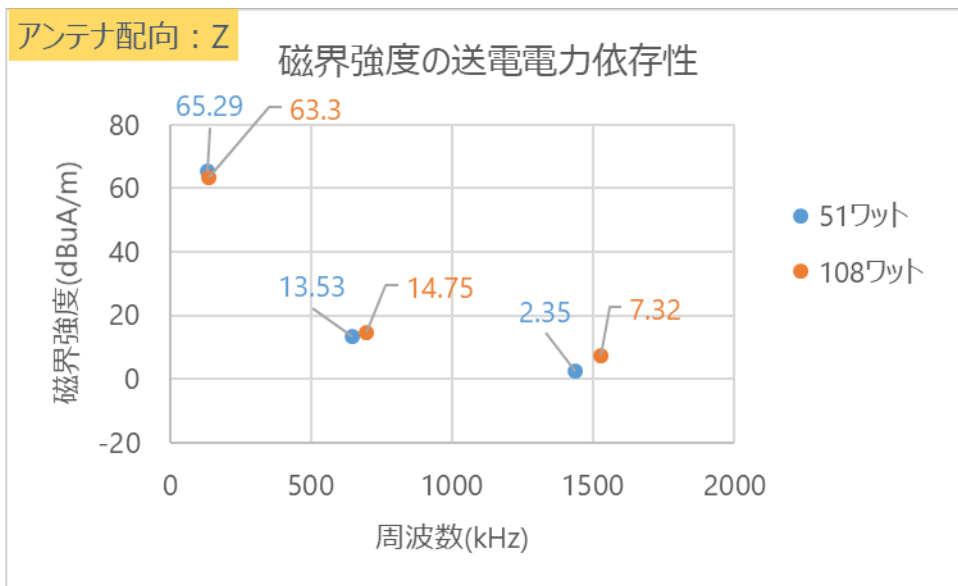
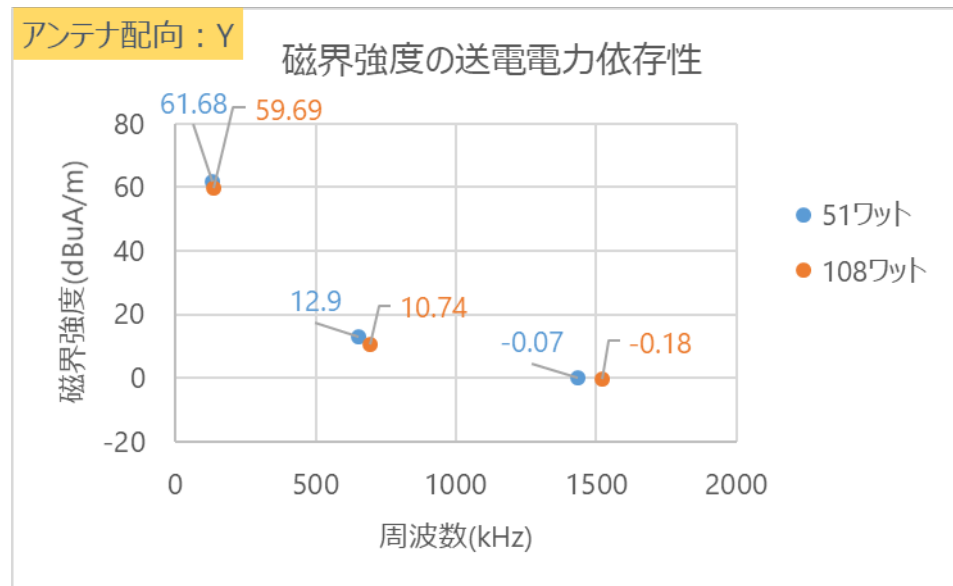
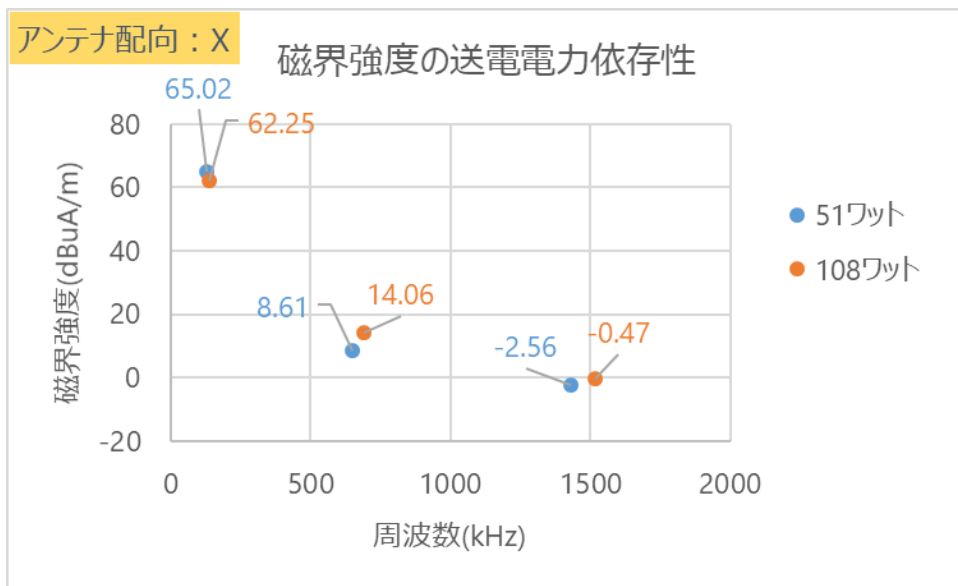
## 中波放送帯での放射指向性（参考：基本波）

アンテナ配向	角度	強度(dBuA/m)
HX	282	65.02
HY	16	61.68
HZ	305	65.29

- HZ以外は、放射は等方的でなく20dB程度の角度依存性あり
- 最悪強度で放射される方向が磁界軸成分で異なる



# 参考：高次高調波の送電電力依存性(50ワット・100ワット比較)



## 参考資料3

100kHz帯磁界方式WPTから  
中波放送システムへの影響評価実験のまとめ

# 実験概要

## ◆日程および場所

- (1) 日程：2022年3月30日（水）13:00-15:00
- (2) 実験場所：キヤノン川崎事業所（JR川崎駅西口から徒歩7分）

## ◆参加者

- (1) 中波放送事業者側：  
NHK、日本民間放送連盟
- (2) BWF
- (3) 測定事業者：UL Japan

この建物の4F会議室  
（窓は西向き）で  
試聴試験を実施



試聴試験場所（キヤノン）

# 実験の進め方

## ◆実験対象について

- ・WPT試験機器： 100W送電試験機  
(動作周波数129kHz前後)
- ・AMラジオ受信機： 2015年度の実験で用いたラジオ  
受信機のうち何機種かを利用 (右表)
- ・受信対象のAMラジオ放送： RFラジオ日本 (1422kHz)  
…WPT機器の11倍高調波が重複

メーカー	型番
AudioComm	RAD-T820K
AudioComm	RAD-F876Z
olympus	PJ-30
panasonic	RF-U100TV-W
sony	ICF-A101
sony	ICF-EX5MK2
sony	ICZ-R51
sony	ICF-P21

## ◆実験の進め方・内容

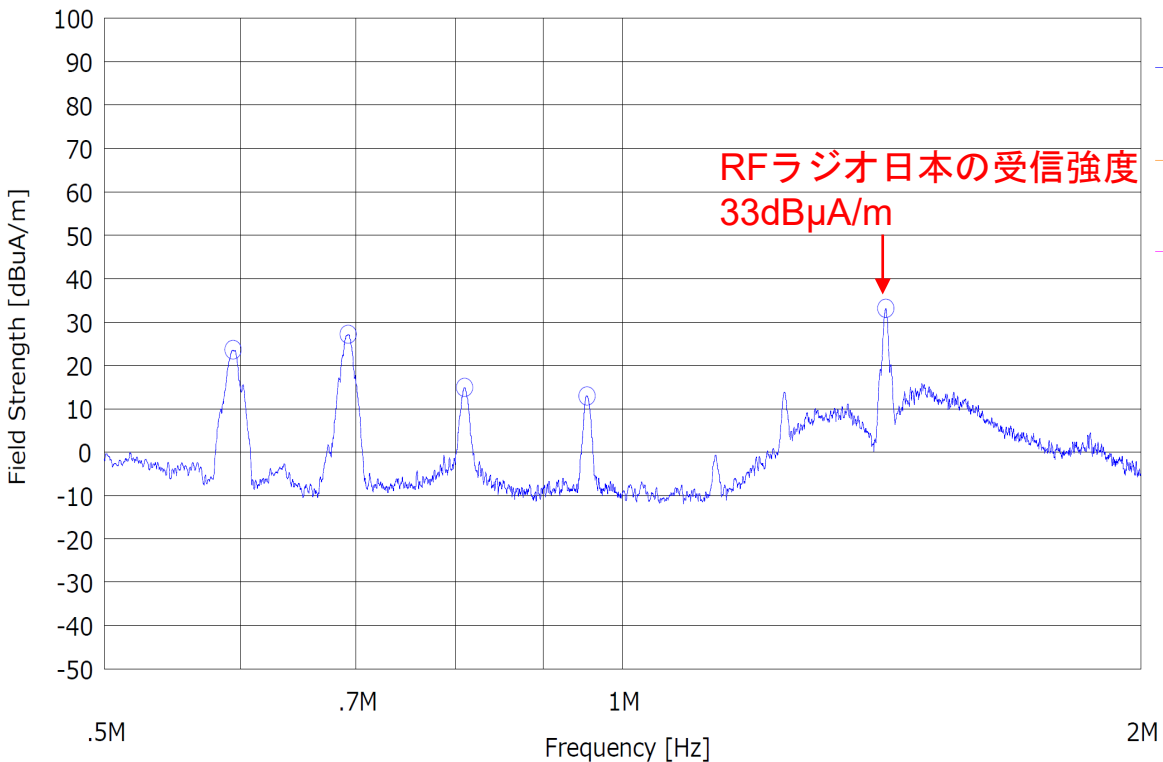
- ① WPT機器および試験系の確認
- ② 環境雑音、放送波受信強度の確認 (スペアナ等による)
- ③ WPT機器の基本特性の確認 (スペアナ等によりON/OFF時の変化等も確認)
- ④ 聴感実験 (距離、角度、ラジオの向きなどを変えて)
- ⑤ 実験のまとめ



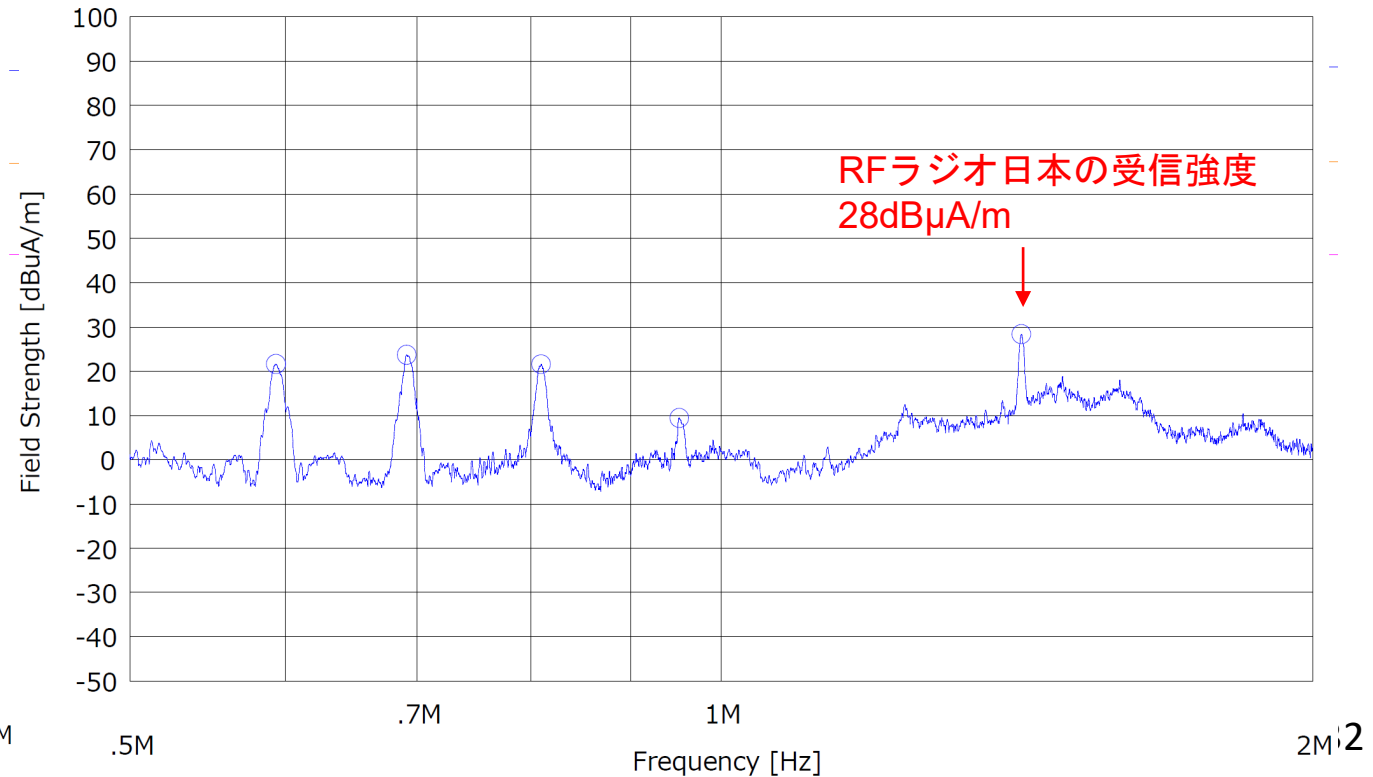
## 試験②：環境雑音、放送波受信強度の確認

- 部屋の中であるが受信（磁界）強度は28～33dB $\mu$ A/m（電界換算で約80～85dB $\mu$ V/m）  
⇒ 高雑音区域（80～94dB $\mu$ V/m）に相当する受信波強度を観測
- 環境雑音は-10dB $\mu$ A/m以上であるが、1.5MHz帯近傍では10dB $\mu$ A/m程度と高くなる（原因は不明）。  
窓近くよりも奥の方が環境雑音はやや高い。

部屋（窓近く、窓から50cm程度）での  
最大磁界方向の強度（WPTはOFF）



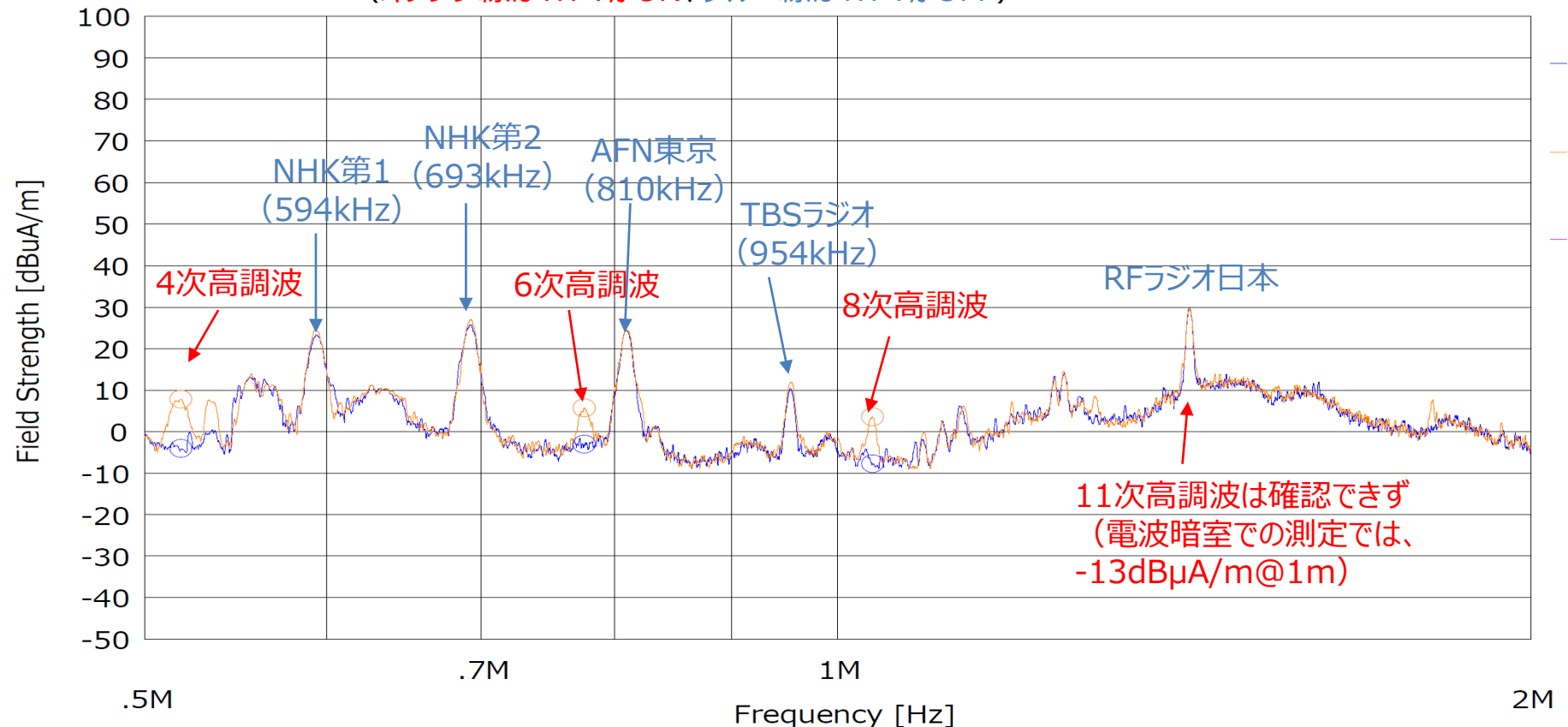
部屋（窓から250cm程度離れた場所）での  
最大磁界方向の強度（WPTはOFF）



## 試験③: WPT機器の基本特性の確認

- 高調波の特性（距離や角度特性）を確認しようとしたが、ほぼ環境雑音以下のため、WPTのON/OFFによる特性変化の確認のみを実施
  - ⇒ 距離1mにおいて、偶数高調波（4次、6次、8次）は確認（偶数次が高いのは電波暗室での測定結果と同じ）
  - 11次高調波は確認できず。※WPT装置の電源装置に起因するノイズ（※）も確認
  - ※ 電源装置に起因するノイズについての調査結果は次スライド

WPT装置から高調波の最大放射方向、距離1mでの磁界強度を測定  
(オレンジ線はWPTがON、ブルー線はWPTがOFF)



## ACアダプタ付近で観測されたノイズに関する調査結果

ACアダプタ付近で観測されたWPTの6倍高調波付近（約800kHz）のノイズについて調査した。

### 調査方法

- WPTシステムの複数の箇所ですべて不要放射レベルを測定し、ノイズの要因を調査した。

### 測定結果

- WPTを介さずにACアダプタを電子負荷に直結した際にも800kHz付近のノイズを確認
- Qi充電器にも使用可能な市販のUSBアダプタのノイズを測定 ⇒ 800kHz付近のノイズレベルは15dB程度低い

### 結論

- 観測されたノイズの要因はACアダプタ自体のノイズと考えられる。
- 市販のUSB電源アダプタのノイズと比較した結果から、市販の製品と同等に、設計やフィルタによる不要放射低減やシールド対策などのノイズ対策を行うことによりACアダプタのノイズレベルは低減可能と考えられる。

## 試験④：聴感実験（距離、角度、ラジオの向きなどを変えて）

### ◆ WPT機器の動作状態

- ・129kHz前後（※）で50W送電
- ・実利用モデルに合わせ、送受電コイルの上にPCを配置

（※）製品化時には、WPT受電側の負荷状態（電池容量など）により送電周波数を最適化する。

### ◆ 聴感試験の結果

- ・WPT装置からの不要放射は無変調正弦波（CW波）になっているため、影響を受ける場合には、11次高調波（1419kHz前後）とラジオ放送中心周波数（1422kHz）の周波数差（3kHz程度）に相当する音（ピー音）が聞こえる。
- ・PCを送受電コイルの上から外した場合に（ただし想定しない利用形態）、WPT装置からの放射周波数は徐々に5kHz程度まで変化する。
- ・WPT装置から50cm以内については、影響を受け、AMラジオからWPT装置に起因するピー音が聞こえた。
- ・WPT装置から100cm程度の場合には、条件（AMラジオの向き、WPT装置から離れる角度方向など）によっては影響を受け、AMラジオからWPT装置に起因するピー音が聞こえた。
- ・WPT装置から100cm以上離れた場合には、影響は確認されなかった。