

WPT作業班人体防護アドホック メール審議(2014/06/12-16)

NICT 渡辺

スケジュール

- 追加検討データメール審議
 - 第1回メール審議(主に適用すべきガイドライン関係)
(6/12-6/16)
 - 第2回メール審議(主に評価手順関係)(7/2-7/6)
- 報告書案メール審議
 - 第1回メール審議(6/17-20)→作業班審議(6/23)
 - 第2回(最終)メール審議(7/7-10)→作業班審議(7月中旬)→委員会審議(7/29)→パブコメ→答申(9月)

(1) 刺激作用に基づく指針値に対する時間平均

- メール審議

論点整理(論点13)では、刺激作用に基づく指針値(1秒未満の平均時間)に対しては時間平均を適用しないとしていたが、電波防護指針を厳格に適用するべきなので、当該指針に対しても時間平均を適用できるものとする。

- 補足説明

ICNIRP等では刺激作用に基づく指針値は瞬時値であり、時間平均は適用されない。しかし、WPTシステムでは一般的に連続波が用いられるため、時間平均の有無による適合性評価結果への影響はないと考えられる。

(2) 家電③における数値シミュレーションの妥当性確認(1/4)

- メール審議

TEMライン近傍の電磁界強度についての表面電荷法による数値シミュレーション結果は測定結果とよく一致(p5~6)。

- 補足説明

- 資料4-8、追加検討データ

- モーメント法による数値シミュレーション結果は測定結果と一致しなかった。

- ループアンテナ近傍の電磁界はモーメント法による数値シミュレーション結果とよく一致したが(資料4-8)、電界型システム周辺の電磁界とは特性が異なる(磁界が支配的)ため、電界が支配的なTEMライン近傍の電界を比較(p.2/4-3/4)

- 家電③の周辺磁界は給電ライン等から発生しており、ループアンテナ近傍の磁界測定値と計算値(モーメント法)の比較から妥当性を確認(p.4/4)

(2) 家電③における数値シミュレーションの妥当性確認(2/4)

表面電荷法

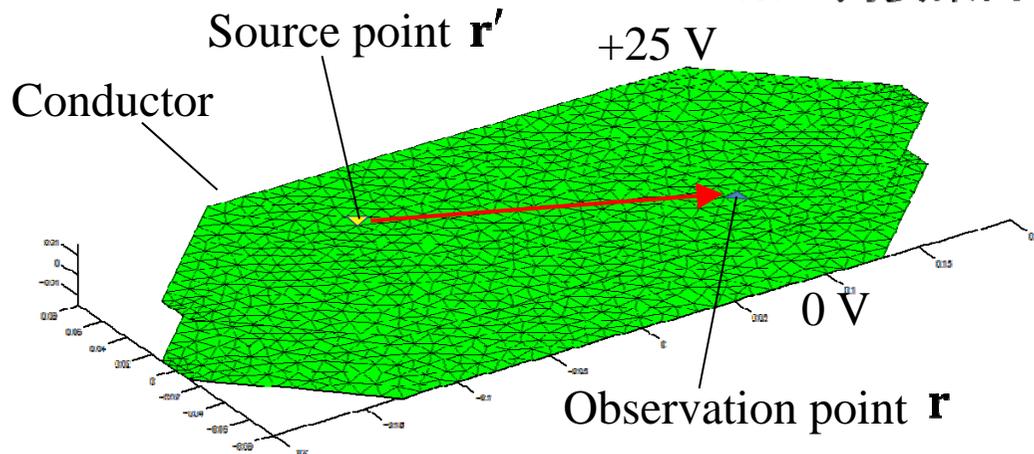
$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S \frac{\sigma(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} d\mathbf{r}'$$

追加検討データ

↓ ガラーキン法を適用,

$$\int_{\Delta S_m} \phi(\mathbf{r}) d\mathbf{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{n=1}^N \sigma_n \int_{\Delta S_m} \int_{\Delta S'_n} \frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} d\mathbf{r}' d\mathbf{r}$$

※三角要素内の電荷分布を一定とする. ($\sigma(\mathbf{r}') \rightarrow \sigma_n$)



↓

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11} & \cdots & M_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ M_{m1} & \cdots & M_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \vdots \\ \sigma_n \end{bmatrix}$$

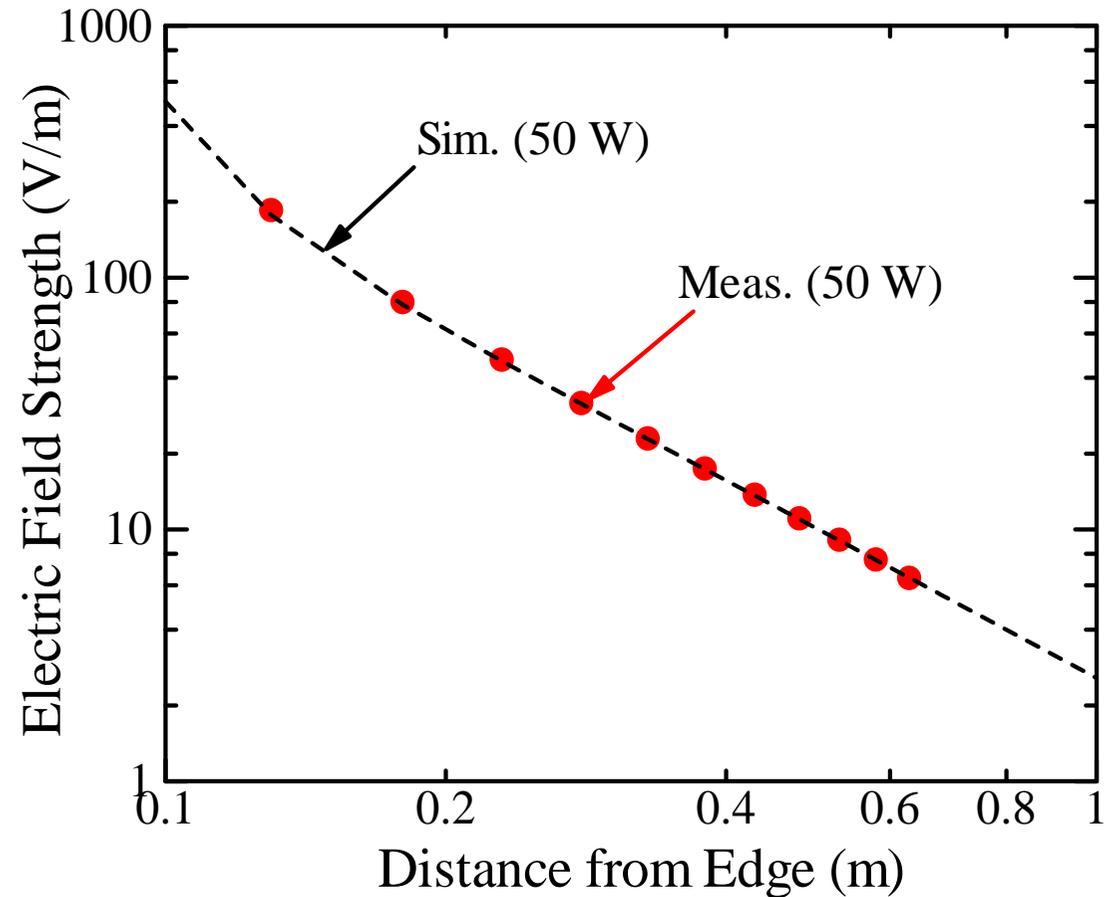
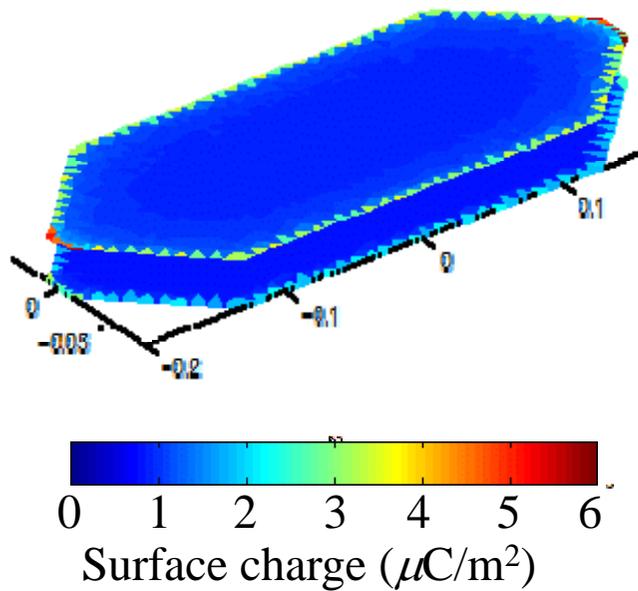
上式の行列方程式を解くことにより、表面電荷密度を得る。

[1] 藤原修, 井川隆規, “表面電荷法を用いた人体容量の数値計算,” 電子情報通信学会誌B, 通信, J84-B (10): 1841-1847, 2001 Oct. 5

(2) 家電③における数値シミュレーションの妥当性確認(3/4)

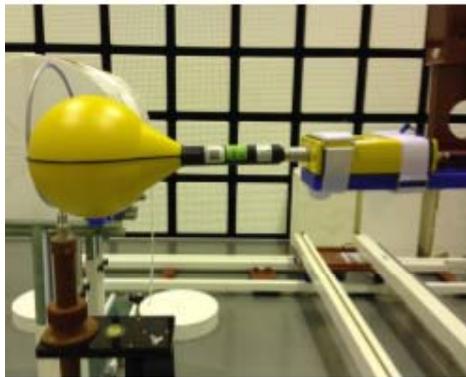
追加検討データ

表面電荷分布 @ 12.5 W

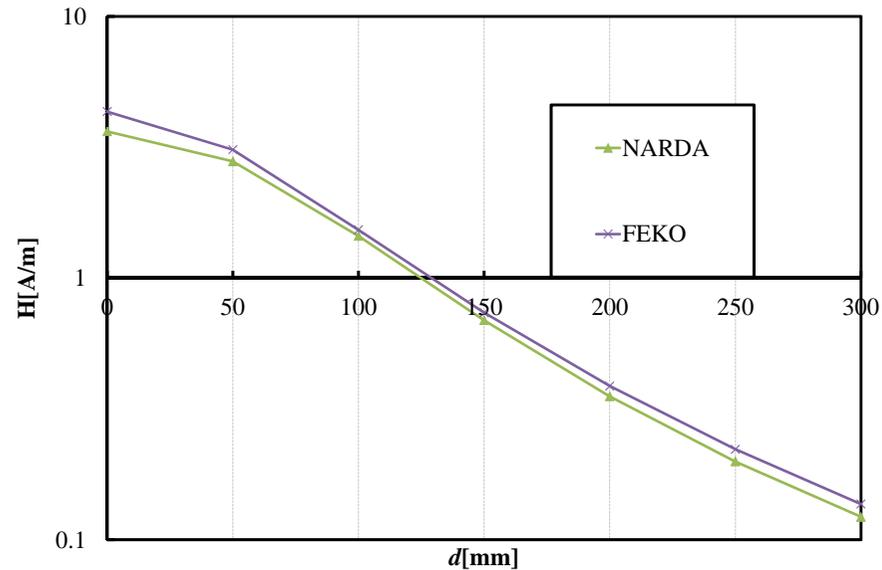


(2) 家電③における数値シミュレーションの妥当性確認(4/4)

資料4-8



c) NARDA 社製磁界プローブ (Type12, 300 kHz
~30 MHz, 0.017 A/m~17 A/m)



ループアンテナ近傍磁界(400 kHz)の測定値(NARDA;磁界プローブ)と計算値(FEKO;モーメント法)は良好に一致

(3) 電界と磁界による体内誘導量の局所ピークが重畳する可能性(1/4)

- メール審議

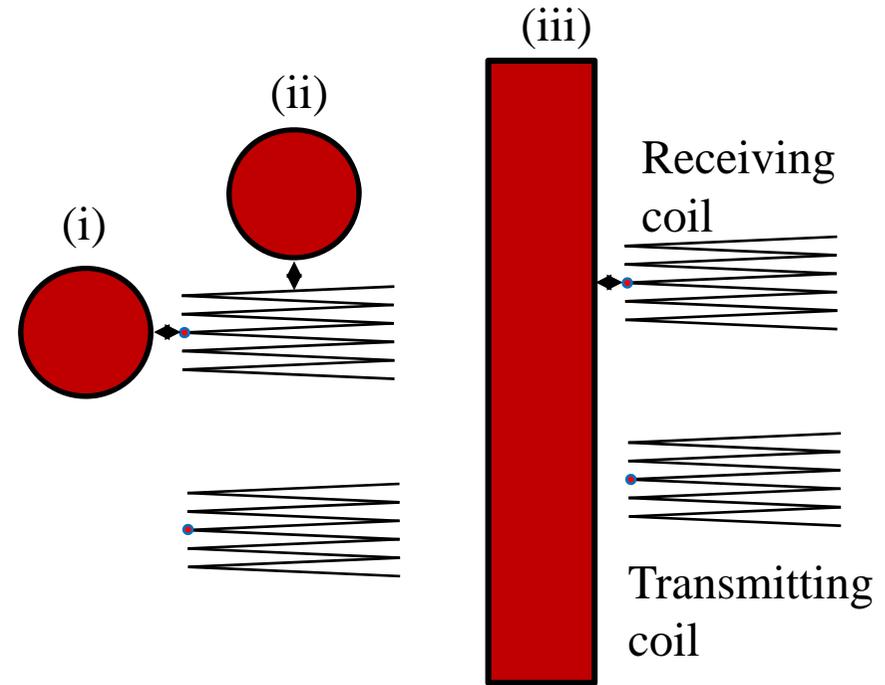
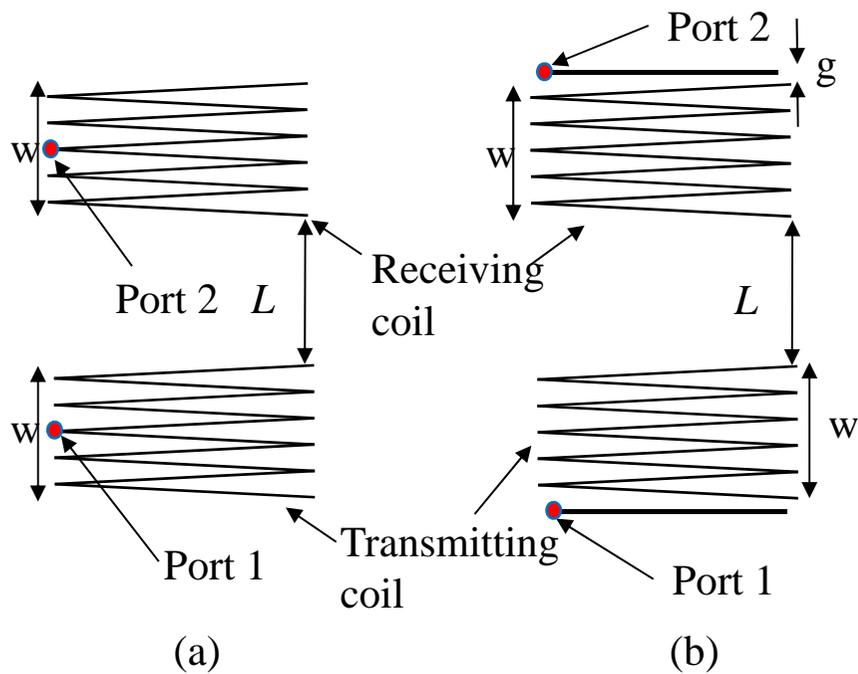
EV、家電①および家電②においては、誘導電流密度および局所SARに基づく指針値については、電界と磁界のそれぞれの指針値への適合性を確認するだけでよい。 $E/E_{lim} < 1$ & $H/H_{lim} < 1$

- 補足説明

- 全身平均SARに関する評価は加算的に評価する必要がある。 $(E/E_{lim})^2 + (H/H_{lim})^2 < 1$
- 資料5-10で10 MHz&円柱モデルで電界と磁界の重畳による局所SARの増加は30%以内であることを確認(p.2/4~3/4)
- 家電①について、リアル人体モデルでの検討より、局所SARの増加は20%以内であること、およびSAR分布への影響も無視できることを確認(p.4/4)
- EV, 家電②については電界影響を無視できるため、電界と磁界の重畳効果を考慮する必要はないと想定。(項目(13)と項目(14)参照)
- 家電③については、検討データがないため、安全側の評価として、加算的な評価を行う。なお、家電③の近傍電界・磁界はいずれも指針値よりも非常に小さいため、加算的な評価を行っても、問題にはならないと予想。

(3) 電界と磁界による体内誘導量の局所ピークが重畳する可能性(2/4)

資料5-10



(3) 電界と磁界による体内誘導量の局所ピークが重畳する可能性 (3/4)

資料5-10

distance [mm]	10	30	50	100	10	30	50	100	
(A)					(B)				
Scalar potential	0.75	0.17	0.05	0.01	1.17	0.19	0.05	0.06	
Vector potential	10.09	5.11	2.87	0.88	7.31	3.55	1.93	0.60	
Both potentials	10.70	5.27	2.89	0.89	8.77	3.84	2.02	0.60	
Full-wave analysis	9.31	4.60	2.72	0.93	9.95	3.86	1.94	0.60	
measure (I)	14.93	14.57	6.25	3.46	11.86	0.52	4.12	0.67	
measure (II)	5.78	3.02	3.02	1.30	16.66	7.52	4.10	0.57	
(C)					(D)				
Scalar potential	0.52	0.19	0.08	0.01	0.58	0.23	0.15	0.02	
Vector potential	7.01	4.17	2.64	0.97	10.4	6.17	3.89	1.41	
Both potentials	7.15	4.22	2.66	0.96	11	6.47	4.04	1.46	
Full-wave analysis	7.89	4.60	2.80	1.09	9.64	5.82	3.67	1.38	
measure (I)	9.38	8.26	5.00	11.93	14.11	11.17	10.08	5.80	
measure (II)	1.94	1.04	0.74	0.17	4.96	4.53	3.91	3.11	
(E)					(F)				
Scalar potential	0.54	0.14	0.06	0.01	2.10	0.57	0.24	0.06	
Vector potential	4.35	3.57	2.91	1.74	3.93	2.24	1.37	0.47	
Both potentials	4.79	3.75	3.06	1.83	5.52	2.85	1.68	0.55	
Full-wave analysis	4.50	3.66	3.01	1.82	5.52	2.92	1.74	0.62	
measure (I)	6.44	2.46	1.66	0.55	0.00	2.40	3.45	12.10	
measure (II)	9.19	4.92	4.93	4.94	28.90	21.30	18.20	14.20	
(G)					(H)				
Scalar potential	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	0.72	0.29	0.05	
Vector potential	35.30	21.20	13.60	5.16	22.07	17.28	10.36	3.62	
Both potentials	35.30	21.20	13.60	5.18	22.53	17.38	10.50	3.69	
Full-wave analysis	36.60	22.60	13.20	4.86	23.91	18.10	10.52	3.79	
measure (I)	3.55	6.19	3.03	6.58	5.77	3.99	0.19	2.59	
measure (II)	0.00	0.17	0.43	0.37	2.08	0.61	1.39	2.05	

$$Measure(I) = \frac{SAR_{full} - SAR_{QS}}{SAR_{full}}$$

$$Measure(II) = \frac{SAR_{QS} - SAR_{vector}}{SAR_{QS}}$$

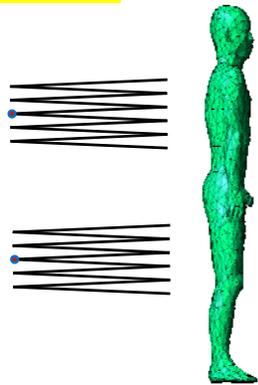
スカラーポテンシャル(電界)とベクトルポテンシャル(磁界)の寄与によるSAR

ベクトルポテンシャル(磁界)の寄与によるSAR

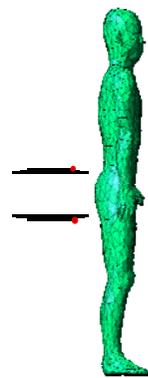
Measure (II)は電界による局所ピークSARへの寄与割合を示しており、最大でも30%以内であることを確認

(3) 電界と磁界による体内誘導量の局所ピークが重畳する可能性(4/4)

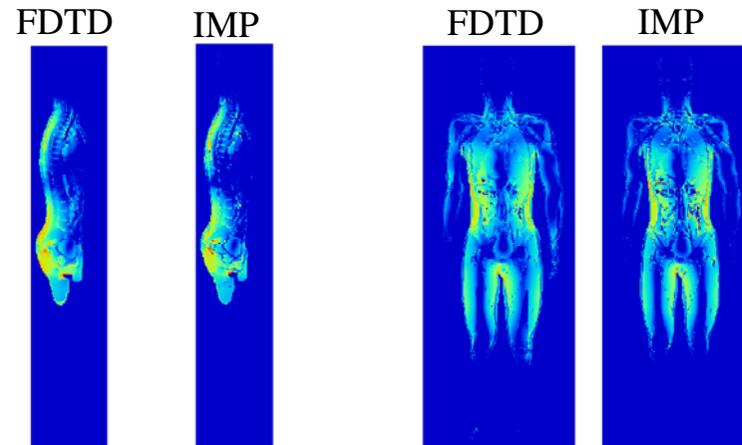
追加検討データ



ソレノイド型
共振周波数
低: 9.2 MHz
高: 10.3 MHz



平巻きコイル型
共振周波数
低: 6.8 MHz
高: 7.5 MHz



SAR (dBW/kg)

SAR (dBW/kg)

平巻きコイル型 (6.8 MHz)
FDTD (電界と磁界の影響を考慮)
IMP (磁界の影響のみを考慮)

システム条件	10-g SAR		
	FDTD	IMP	差分
ソレノイド(低)	4.96 mW/kg	4.05 mW/kg	-18%
ソレノイド(高)	15.9 mW/kg	16.3 mW/kg	3%
平巻き(低)	.964 mW/kg	.973 mW/kg	1%
平巻き(高)	3.04 mW/kg	2.77 mW/kg	-9%

(4) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電①)(1/4)

- メール審議

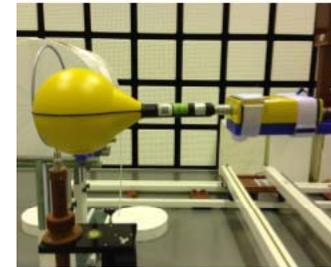
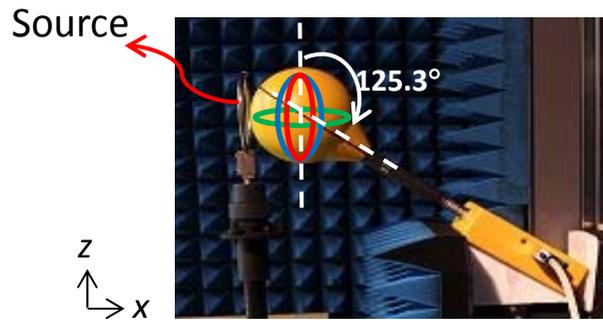
測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも磁界プローブ測定は可能。⇒磁界強度の最大値と磁界強度指針値との比較が可能

- 補足説明

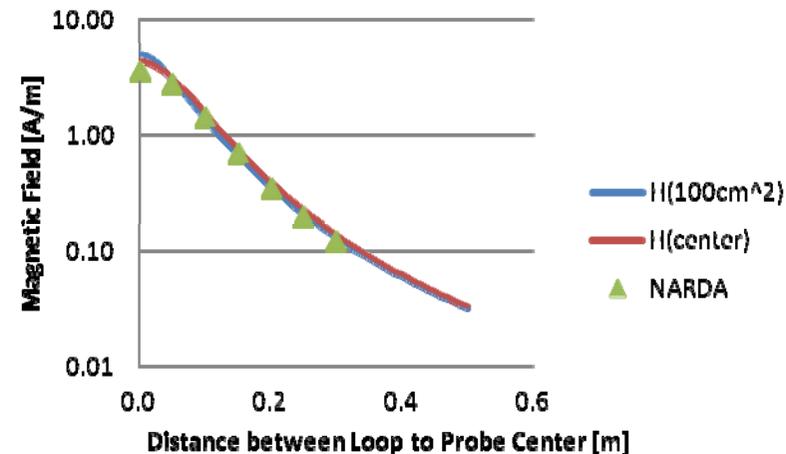
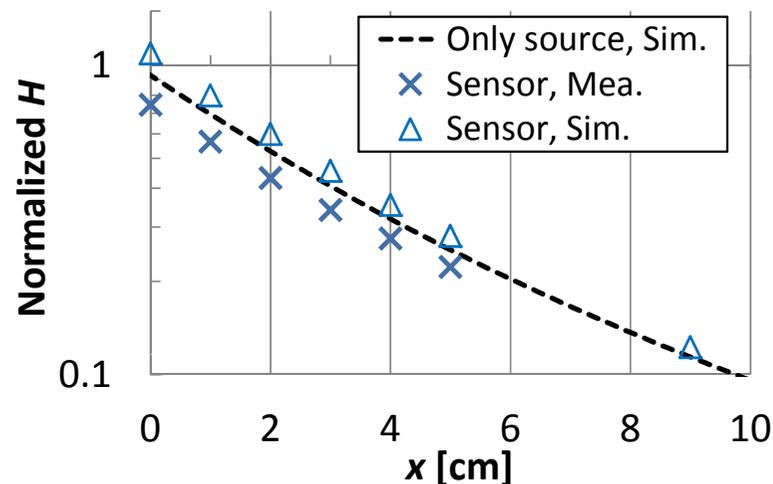
- 資料3-12,4-4,4-8, 5-5, 5-7、追加検討データ
- プローブによるループコイル電流への影響は3%以下(資料5-5)。
- ループアンテナ近傍磁界測定値と計算値(プローブ中心点またはプローブ空間平均値)との偏差は20-40%以内である(p.2/4)。
- ソレノイド型WPTシステム近傍磁界測定値と計算値(プローブ空間平均値)との偏差は最大でも20%以内(p.3/4)。
- なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均(100cm²)の磁界強度はほぼ同程度であった。(p.4/4)

(4) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電①) (2/4)

資料4-4 & 5-7 &
追加検討データ



e) NARDA 社製磁界プローブ (Type12, 300 kHz
-30 MHz, 0.017 A/m~17 A/m)



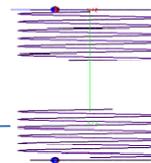
ループアンテナ近傍磁界の測定値 (NARDA)と計算値(モーメント法;プローブ中心点)との最大偏差は35%以内。

ループアンテナ近傍磁界の測定値(NARDA)と計算値(H(100cm²); 100cm²平均値)との最大偏差は40%以内、同測定値と計算値(H(center); プローブ中心点)との最大偏差は20%以内。

(4) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電①) (3/4)

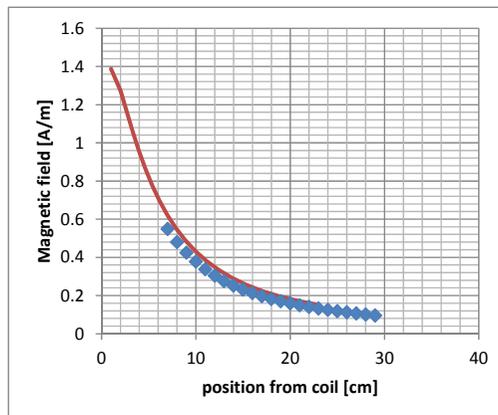
追加検討データ

NARDA Type-12
プローブ断面積 100 cm²

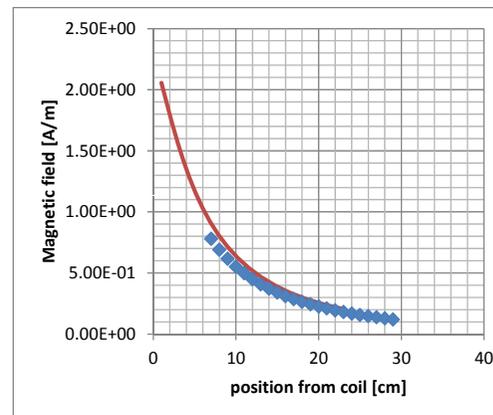


ソレノイド型WPTシステム

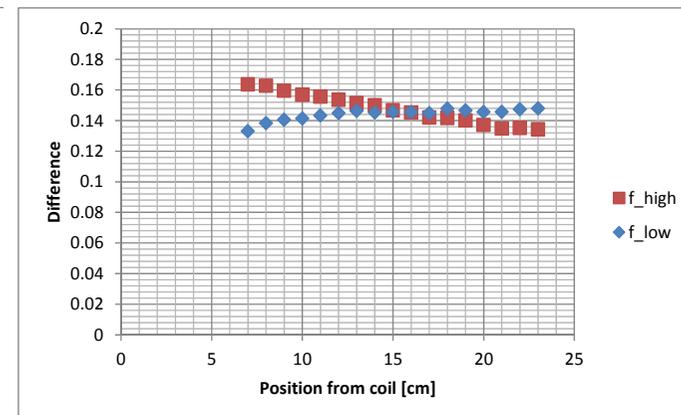
低周波モード



高周波モード



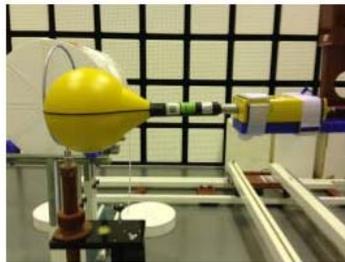
測定と計算の相対偏差



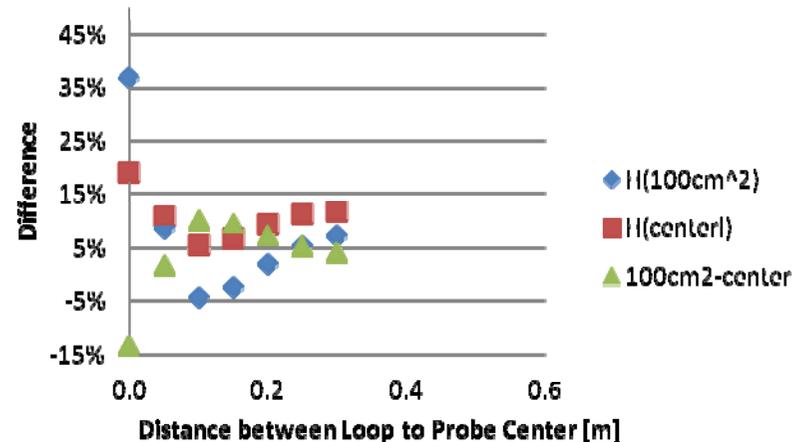
ソレノイド型WPTシステム近傍磁界の測定値(青点)と計算値(赤線;プローブ中心点)との最大偏差は20%以内。

(4) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電①) (4/4)

追加検討データ



(c) NARDA 社製磁界プローブ (Type12, 300 kHz
~30 MHz, 0.017 A/m~17 A/m)



ループアンテナ近傍において、磁界プローブ中心点での磁界強度とプローブ空間平均値(100cm²)の偏差(左グラフの"100cm²-center")は15%以内であることを確認。

(5) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電②)(1/3)

- メール審議

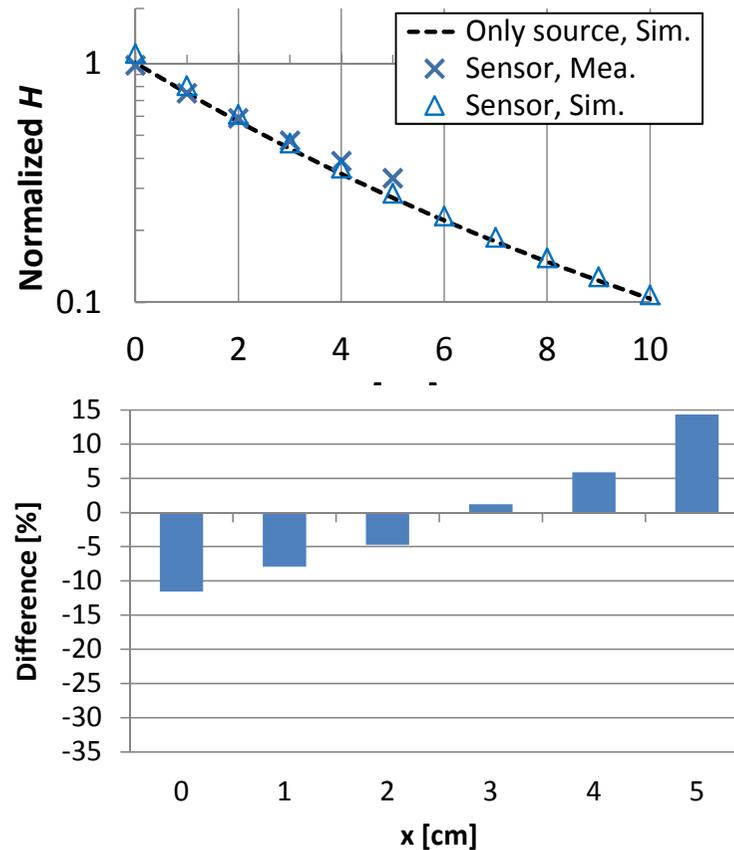
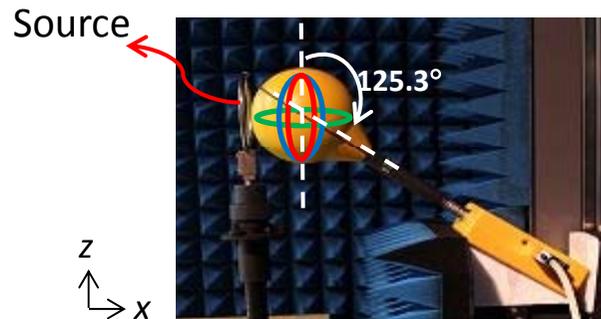
測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも磁界プローブ測定は可能。⇒磁界強度の最大値と磁界強度指針値との比較が可能

- 補足説明

- 資料3-12, 4-4, 4-8, 5-5, 5-6、追加検討データ
- プローブによるループコイル電流への影響は3%以下(資料5-5)。
- ループアンテナ近傍磁界測定値と計算値(プローブ中心点)との偏差は15%以内であった(p.2/3)。
- WPTシステム(EVシステムで代用)近傍磁界測定値と計算値(プローブ空間平均値)との偏差は最大でも11%以内(p.3/3)。
- なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均(100cm²)の磁界強度は10%以内(p.3/3)。

(4) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電②) (2/3)

資料4-4 &
追加データ

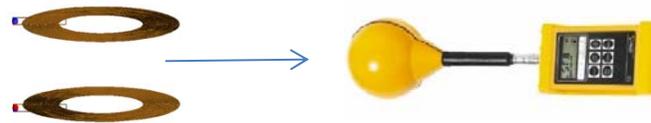


ループアンテナ近傍磁界の測定値(NARDA)と計算値(モーメント法;プローブ中心点)との最大偏差は15%以内

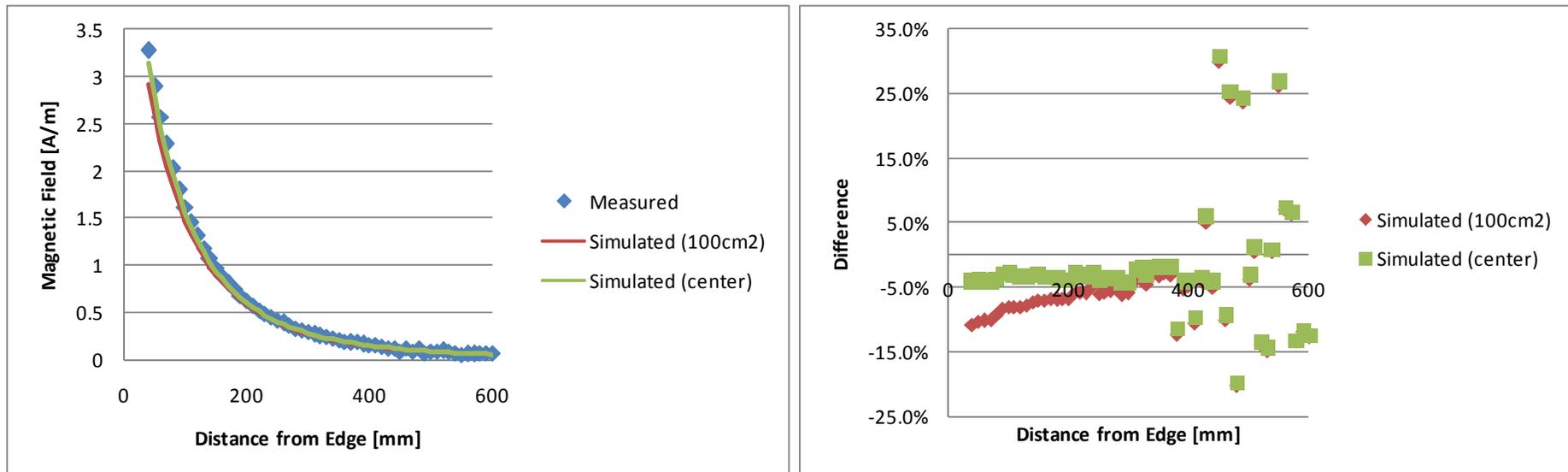
(4) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電②) (3/3)

資料5-6 &
追加検討データ

EV用コイル(高周波
モード)波源を代替



NARDA ELT-400
プローブ断面積 100 cm²



コイルの端からプローブの先端までの距離40--370 mmにおいて測定値と計算値(100cm²平均値または中心点)との相対偏差は11%以内。

プローブ空間平均値(100cm²)と中心点の磁界強度の偏差は10%以内。

(6) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電③)(1/5)

- メール審議
- 測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも磁界プローブ測定は可能。⇒磁界強度の最大値と磁界強度指針値との比較が可能
- 補足説明
 - 資料5-7、追加データ
 - 電磁界プローブをWPTシステムに接触させても、送受電圧等に変化がないことを確認(p.2/5-4/5)。
 - 家電③の周辺磁界は給電ライン等から発生しており、ループアンテナ近傍の磁界測定値と計算値(モーメント法)の偏差は40%以内であることから妥当性を確認(p.5/5)
 - なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均(100cm²)の磁界強度は15%以内(p.5/5)。

(6) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電③)(2/5)

追加検討データ

モバイル機器用電界結合方式WPT(SG6)に対するプローブ影響の確認

2

測定内容

EUT: 電界結合方式WPTシステム

伝送周波数-485kHz

送電入力電力-40W max

受電機器-ノートPCA4サイズデモ機

測定器:

電極部極板間電圧:

送電モジュール内マイコンの読み値

受電出力電圧: マルチメータ

電磁界強度: NARDA製 EHP-200

1. 測定条件

(1) 電磁界プローブ: EHP-200

(2) 金属板: アルミ板(サイズ30×20cm)

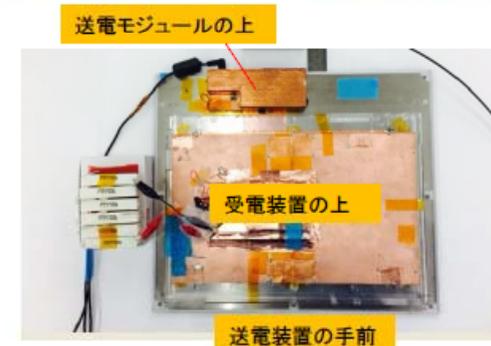
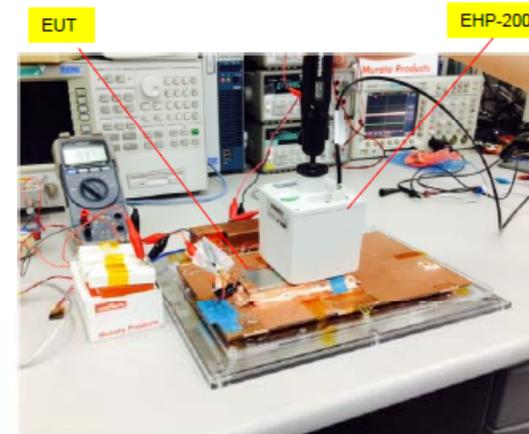
(3) プローブの位置:

受電装置の上- 0cm(密着)、5cm、10cm

送電モジュールの上- 0cm(密着)、5cm、10cm

送電装置の手前 - 0cm(密着)、5cm、10cm

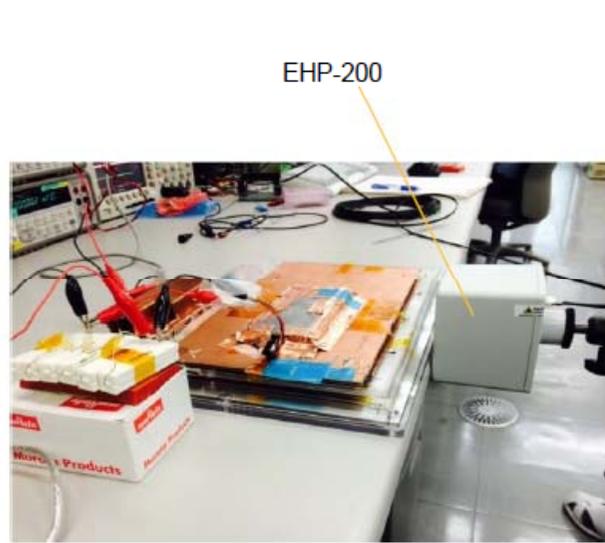
金属板についてEUTから1cm離れた位置で電気的特性を確認した。



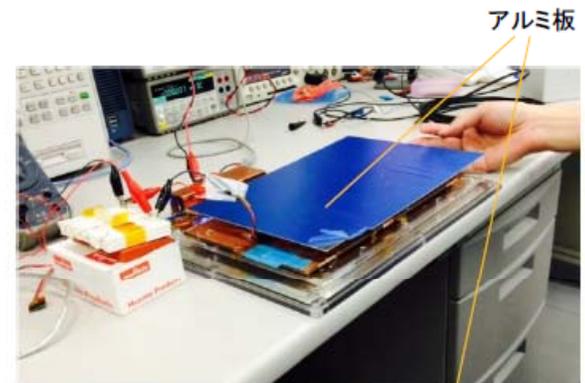
(6) 波源から20cm以内での磁界プローブ測定(家電③)(3/5)

追加検討データ

測定状況 3



送電装置手前に電磁界プローブを置いた時



金属板を受電装置上にかざした時



金属板を受電装置上にかざした時

(6) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電③)(4/5)

追加検討データ

測定結果

4

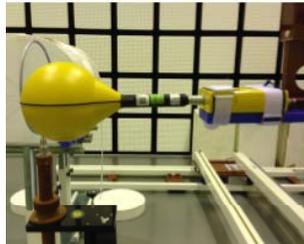
結果まとめ
 電極部の交流電圧－変化なし
 受電出力電圧(DC)－変化なし
 受電出力電流(DC)－変化なし
 電力伝送効率－変化なし

影響物	場所	距離	電極部電圧		送電入力電圧 V	送電入力電流 A	受電出力電圧 V	負荷抵抗 Ohm	伝送効率 %	磁界強度 A/m	電界強度 V/m
			max V _{p-p}	min V _{p-p}							
なし	接触なし	—	1696	1686	19.0	2.21	18.96	11.9	71.9	—	—
EHP-200	受電装置上	0cm	1632	1642	19.0	2.22	18.96	11.9	71.6	0.065	11.5
		5cm	1637	1647	19.0	2.21	18.96	11.9	71.9	0.02	6.25
		10cm	1642	1647	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.014	4.24
	送電モジュール上	0cm	1696	1691	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.29	7.9
		5cm	1696	1691	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.08	4.5
		10cm	1696	1691	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.036	3.7
	送電装置手前	0cm	1696	1686	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.019	3.3
		5cm	1696	1686	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.007	2.25
		10cm	1696	1686	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	0.004	1.46
	金属板	受電装置上	1cm	1696	1686	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	—
送電装置手前		1cm	1696	1686	19.0	2.22	18.95	11.9	71.5	—	—

電磁界プローブ、金属板による電力伝送特性への影響はなかった。

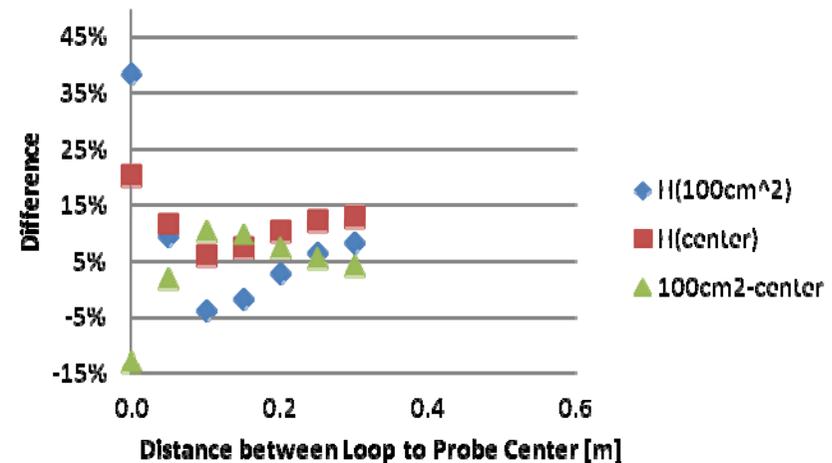
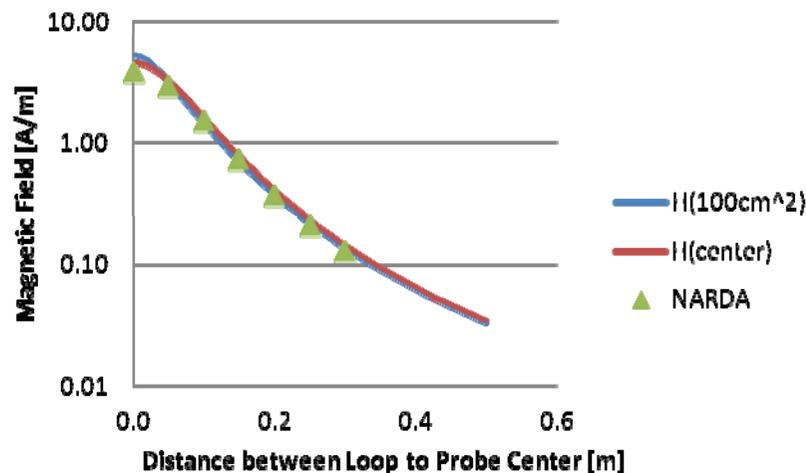
(6) 波源から20cm以内での磁界プロ ローブ測定(家電③)(5/5)

資料5-7 &
追加検討データ



ループアンテナ近傍磁界について測定
(NARDA ELT-400(プローブ断面積は
100cm²))と計算で比較

c) NARDA 社製磁界プローブ (Type12, 300 kHz
~30 MHz, 0.017 A/m~17 A/m)



磁界強度の距離特性(NARDA;測定値、
青線;計算値(プローブ中心点)、赤線;
計算値(プローブ空間平均値(100cm²)))

測定と計算の相対偏差の距離特性

(7) 波源から20cm以内での電界プローブ測定(家電①)(1/2)

- メール審議(未)

測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも電界プローブ測定は可能。⇒電界強度の最大値と電界強度指針値との比較が可能

- 補足説明

- 資料4-8, 5-5, 5-7

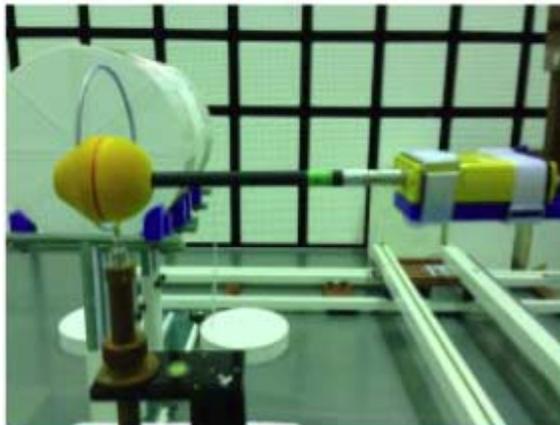
- 電界プローブのシステムへの影響は磁界プローブと同様に無視できると想定(資料5-5)。

- ループアンテナ近傍電界について比較したところ測定値と計算値の最大偏差は10%以内。(p.2/2)

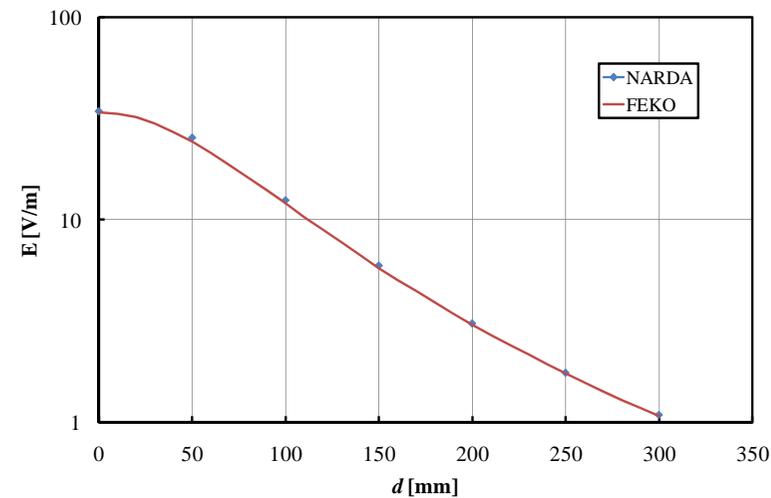
- なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均の電界強度はほぼ同程度であった。(要確認)

(7) 波源から20cm以内での電界プロ ローブ測定(家電①)(2/2)

資料5-7 &
追加検討データ



(d) NARDA 社製電界プローブ (Type18, 100 kHz
~3 GHz, 0.2~320 V/m)



測定値(NARDA)と計算値(FEKO;プローブ中心点)の最大偏差は10%以内。

(8) 波源から20cm以内での電界プローブ測定(家電②)(1/2)

- メール審議(未)

測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも電界プローブ測定は可能。⇒電界強度の最大値と電界強度指針値との比較が可能

- 補足説明

- 資料5-5, 追加データ
- 電界プローブのシステムへの影響は磁界プローブと同様に無視できると想定(資料5-5)。
- ループアンテナ近傍電界について比較したところ測定値と計算値の最大偏差は?%以内(要確認)。(p.2/2)
- なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均の電界強度はほぼ同程度であった。(要確認)

(8) 波源から20cm以内での電界プロ ローブ測定(家電②)(2/2)

- 追加データ取得中

(9) 波源から20cm以内での電界プローブ測定(家電③)(1/2)

- メール審議(未)

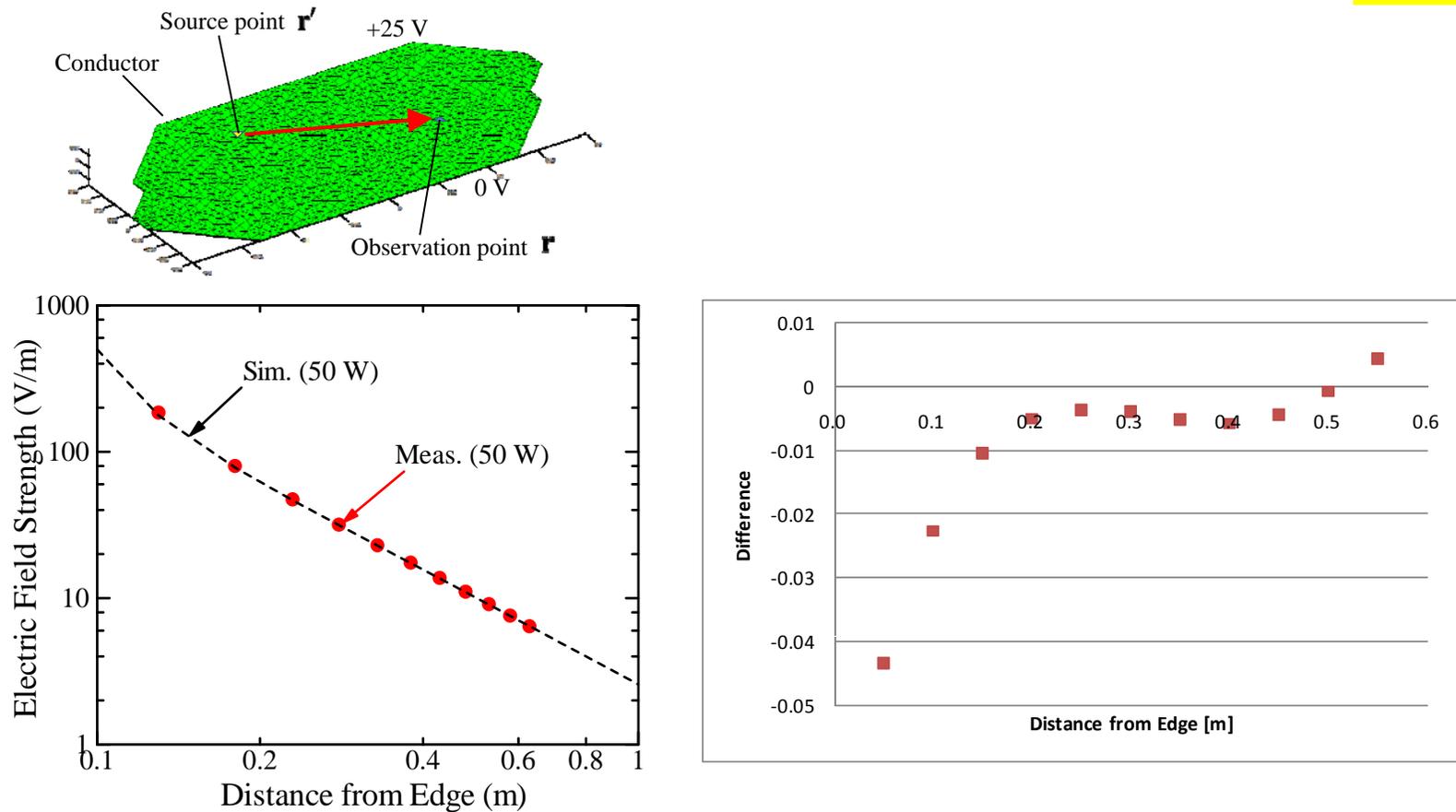
測定結果と数値計算結果より、20cm以内でも電界プローブ測定は可能。⇒電界強度の最大値と電界強度指針値との比較が可能

- 補足説明

- 資料5-8、追加データ
- 電磁界プローブをWPTシステムに接触させても、送受電圧等に変化がないことを確認(項目(6)のp.2/5-4/5)。
- 表面電荷法との比較により、近傍電界強度の測定値と計算値(プローブ中心値)は5%以下で一致することを確認(p.2/2)
- なお、波源近傍においても、プローブ中心点とプローブ空間平均の電界強度はほぼ同程度であった。(要確認)

(9) 波源から20cm以内での電界プローブ測定(家電③)(2/2)

資料5-8 &
追加検討データ



測定値と計算値(プローブ中心点)の偏差は5%以内。

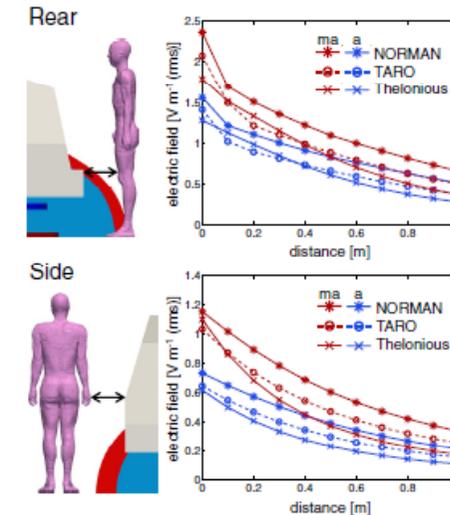
(10) EV車体と人体間距離について (1/2)

- メール審議
 - 充電中に、長時間にわたり、金属体(車体)と人体との距離が20cm以内になることはない想定し、車体から20cmの距離での電磁界強度測定を行うこととする。
- 補足説明
 - 資料3-14, 3-15、追加検討
 - 電力設備に適用されるIEC 62110と同様の評価手順を適用。一方、充電中も使用する可能性がある家電を対象としたWPTシステムについては離隔距離20cmを適用できないと判断。
 - 車体から20cmの距離で3点平均した磁界強度で電波防護指針への適合性を評価しても、車体により近接した人体に対しても安全側の評価(50倍以上)を与えることを確認。(p.2/2)

(10) EV車体と人体間距離について (2/2)

資料3-14 &
追加検討データ

- 車体を含むEVシステムの数値シミュレーション(85 kHz)を実施し、車体から20cmの位置での磁界強度および車体から10cmの距離の人体モデルの誘導電流密度を計算。
- 既存研究報告(Laakso and Hirata, PMB, 2013; 右図)から、車体から0cmの距離の人体内誘導電流密度を推定。※10cmに比べて0cmでは内部電界強度が2倍弱に増大。
- 車体から20cmの距離における3点平均磁界強度が、車体に接触している人体に対して安全側の評価を与えることを確認。



車体に対する人体位置	3点平均磁界強度による最大許容電力	車体から10cmの人体内誘導電流に基づく最大許容電力	車体から0cmの人体内誘導電流に基づく最大許容電力	3点平均磁界強度と0cmの人体内誘導電流密度に基づく最大許容電力の比
前方	210 kW	73 MW	18 MW	88倍
側面	530 kW	170 MW	42 MW	80倍
後方	57 kW	17 MW	4.3 MW	74倍

(11) 電界影響の除外 (EV) (1/5)

- メール審議(未)

EVシステムからの電界による人体ばく露量への影響は磁界に比べて無視できる。→電界強度指針の評価を省略できる(ただし、接触ハザードに関する注意事項については電界強度の評価が必要)。

- 補足説明

- 資料4-6, 5-9, 5-10, 追加データ
- 簡易人体モデルとループアンテナを用いた検討において、50Hzの計算結果をスケーリングした値と比較することで、電界の影響が30%まで無視できることを確認(p.2/5)
- 10 MHz帯共鳴型WPTシステムにおいて、円筒人体モデルを用いた検討から、電界の影響が30%以内であることを確認。より低い周波数で動作するEVシステムにおいても、電界の影響は無視できると想定。(項目(3)のp.2/4-3/4)
- 追加検討において、均一組織リアル人体モデルとEVシステムを想定したモーメント法の計算を実施したが、計算結果に明らかなアーチファクトが認められたため、検討データとしては採用せず(p.3/5-4/5)。
- 追加検討において、EV用WPTシステムモデルと簡易人体モデルを用いた数値シミュレーションから、電界の影響は? %以下であることを確認。(p.5/5)(検討中)
- IEC62311国際規格等で許容されているばく露評価量の不確かさは30%であり、さらに電波防護指針には50倍の安全率が考慮されていることから、? %程度の電界影響は無視できると結論。

(11) 電界影響の除外 (EV) (2/5)

資料5-9

<計算条件>

円形ループコイル半径 $r_{coil}=100$ mm

周波数 15, 30, 100 MHz

簡易人体モデル

ループコイルと人体の距離 10, 30, 70 cm

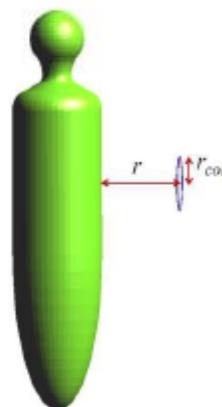


表 1 k (数値計算) と k^* の比較

Table 1. Comparison of k (numerical calculation) and k^*

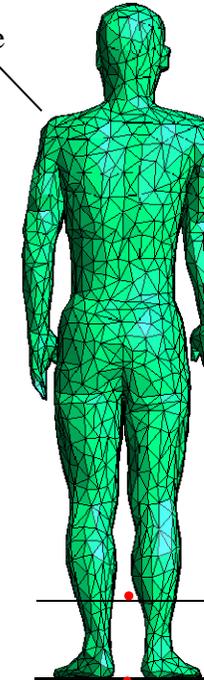
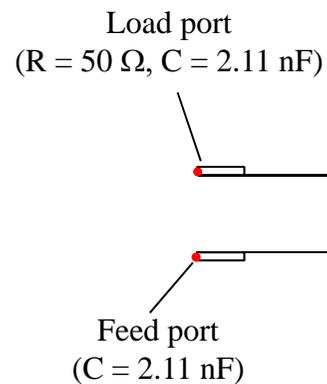
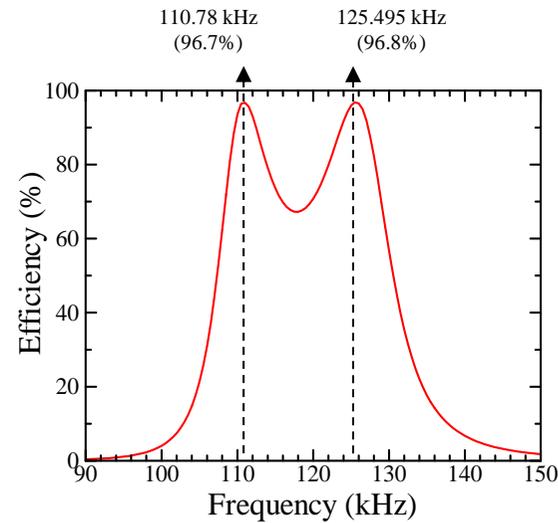
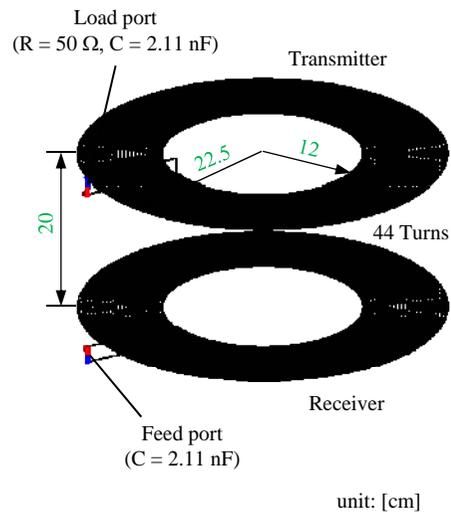
周波数	距離	k (数値計算)	k^*
15 MHz	10 cm	3.05×10^6	3.38×10^6
	30 cm	3.47×10^6	3.75×10^6
	70 cm	4.06×10^6	4.78×10^6
30 MHz	10 cm	6.35×10^6	6.94×10^6
	30 cm	7.22×10^6	7.59×10^6
	70 cm	8.47×10^6	9.61×10^6
100 MHz	10 cm	2.27×10^7	2.24×10^7
	30 cm	2.59×10^7	1.89×10^7
	70 cm	3.03×10^7	2.20×10^7

FDTD計算値(k ; 電界と磁界を考慮)と磁界のみを考慮した計算値(k^*)の偏差は15~30MHzで20%以内、15~100 MHzで30%以内。
ただし、100 MHzの場合には k^* は過小評価となる。

$$k^*(r, r_{coil}, f, \sigma) = \frac{f}{50} \times \frac{\sigma}{0.1} \times k(r, r_{coil}, 50, 0.1)$$

(11) 電界影響の除外 (EV) (3/5)

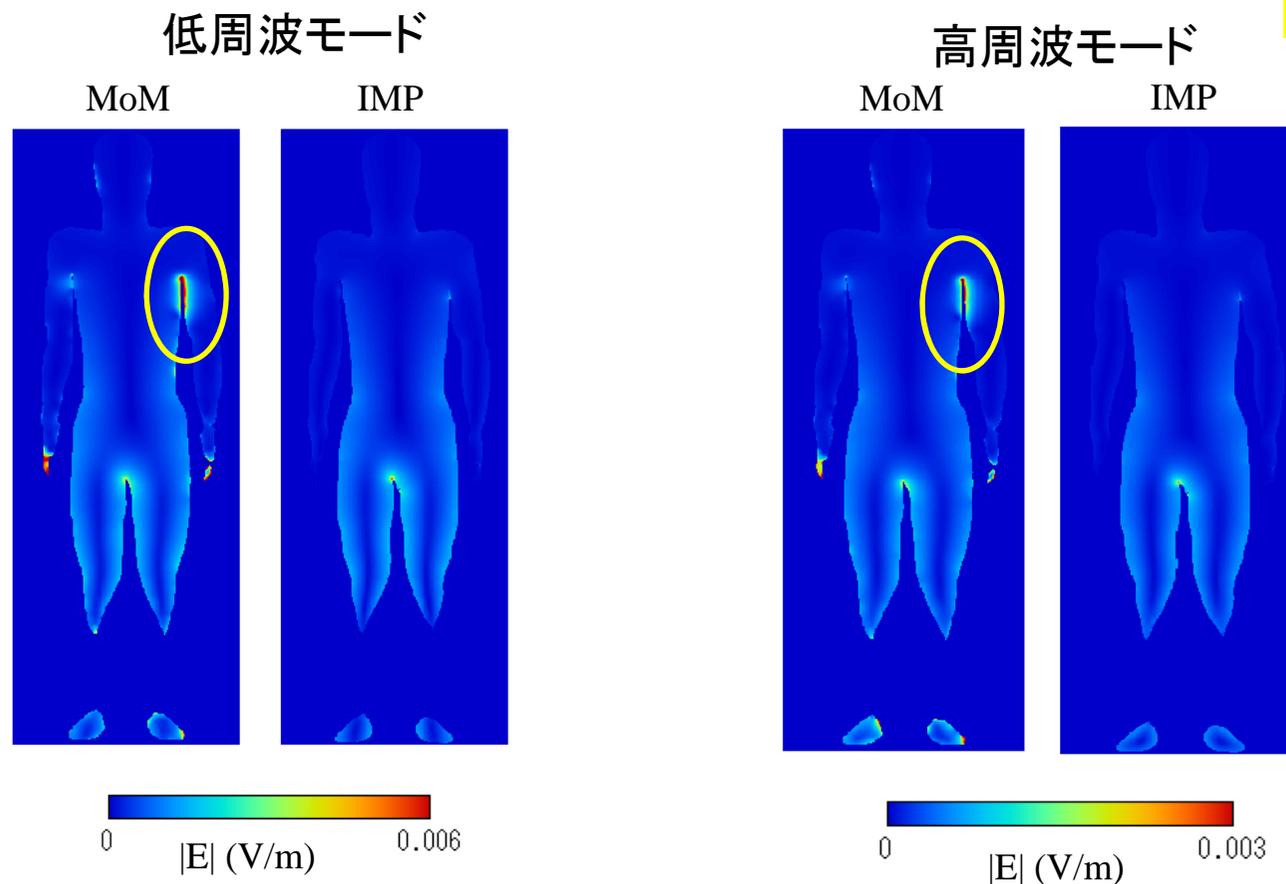
追加検討データ



2/3 Muscle

(11) 電界影響の除外 (EV) (4/5)

追加検討データ



電界と磁界を考慮したモーメント法計算結果 (MoM) の右脇下付近の計算結果が人為的誤差によるものと考えられる。一方、磁界のみを考慮したインピーダンス法計算結果 (IMP) にはこのような誤差は見られない。

(11) 電界影響の除外 (EV) (5/5)

追加検討データ

- 簡易モデルでモーメント法とインピーダンス法の比較を追加予定。

(12) 電界影響の除外(家電①)(1/7)

- メール審議(未)

家電①システムからの電界による人体ばく露量への影響は磁界に比べて無視できる。→電界強度指針の評価を省略できる(ただし、接触ハザードに関する注意事項については電界強度の評価が必要)。

- 補足説明

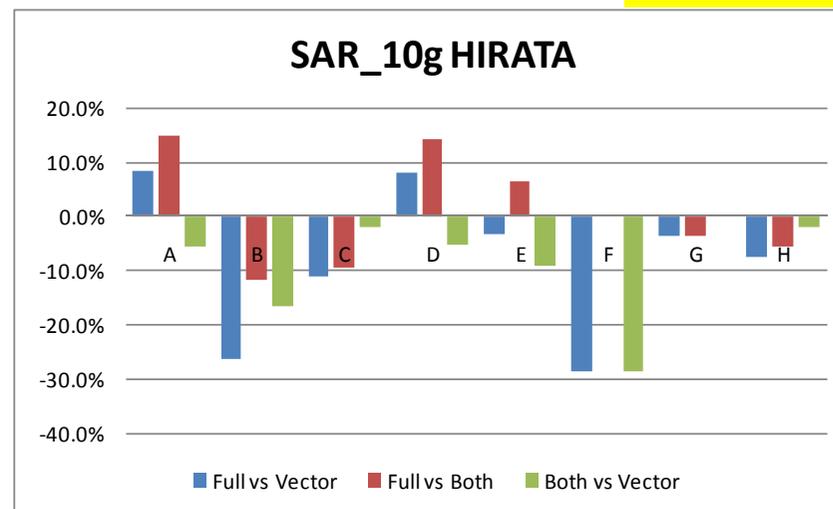
- 資料4-6, 5-9, 5-10, 追加データ
- 簡易人体モデルとループアンテナを用いた検討において、50Hzの計算結果をスケーリングした値と比較することで、電界の影響が30%まで無視できることを確認(項目(11)のp.2/7)
- 10 MHz帯共鳴型WPTシステムにおいて、円筒人体モデルを用いた検討から、電界の影響が局所SARに関して30%以内であることを確認(項目(3)のp.2/4-3/4および本項目のp.2/7)
- 追加検討より、円筒人体モデルで電界の影響が全身平均SARに関して40%以内であることを確認。(p.3/7-5/7)
- 追加検討において、リアル人体モデルを用いた数値シミュレーションから、電界の影響は?%以下であることを確認(p.6/7-7/7)。(検討中)
- IEC62311国際規格等で許容されているばく露評価量の不確かさは30%であり、さらに電波防護指針には50倍の安全率が考慮されていることから、?%程度の電界影響は無視できると結論。

(12) 電界影響の除外(家電①)(2/7)

名工大における検討結果

資料5-10 & 追加検討データ

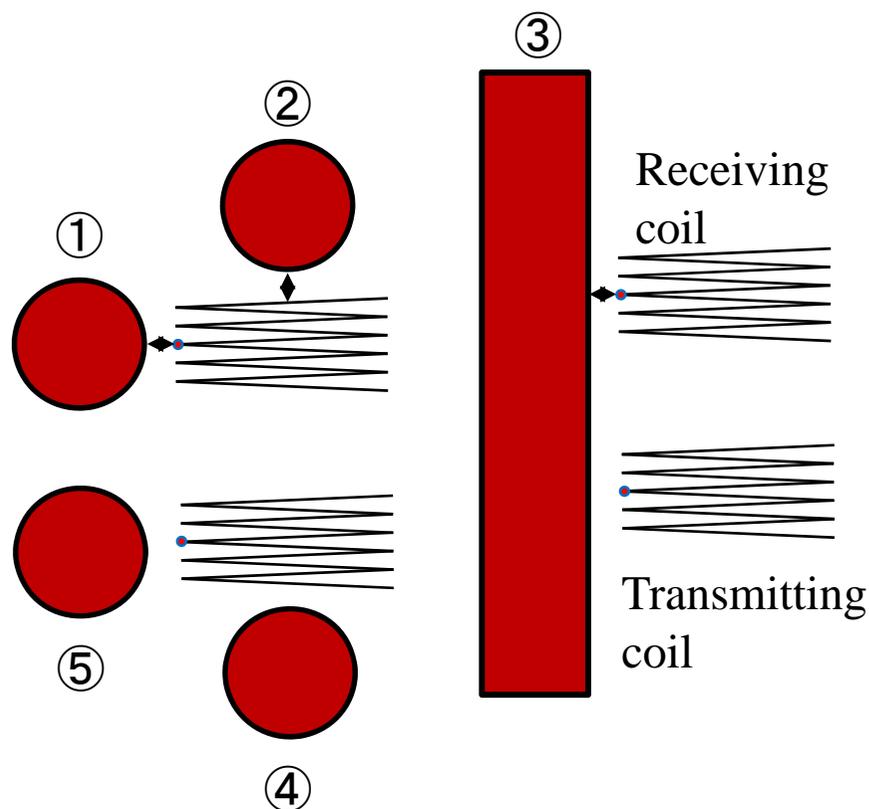
distance [mm]	10	30	50	100	10	30	50	100
(A)				(B)				
Scalar potential	0.75	0.17	0.05	0.01	1.17	0.19	0.05	0.06
Vector potential	10.09	5.11	2.87	0.88	7.31	3.55	1.93	0.60
Both potentials	10.70	5.27	2.89	0.89	8.77	3.84	2.02	0.60
Full-wave analysis	9.31	4.60	2.72	0.93	9.95	3.86	1.94	0.60
measure (I)	14.93	14.57	6.25	3.46	11.86	0.52	4.12	0.67
measure (II)	5.78	3.02	3.02	1.30	16.66	7.52	4.10	0.57
(C)				(D)				
Scalar potential	0.52	0.19	0.08	0.01	0.58	0.23	0.15	0.02
Vector potential	7.01	4.17	2.64	0.97	10.4	6.17	3.89	1.41
Both potentials	7.15	4.22	2.66	0.96	11	6.47	4.04	1.46
Full-wave analysis	7.89	4.60	2.80	1.09	9.64	5.82	3.67	1.38
measure (I)	9.38	8.26	5.00	11.93	14.11	11.17	10.08	5.80
measure (II)	1.94	1.04	0.74	0.17	4.96	4.53	3.91	3.11
(E)				(F)				
Scalar potential	0.54	0.14	0.06	0.01	2.10	0.57	0.24	0.06
Vector potential	4.35	3.57	2.91	1.74	3.93	2.24	1.37	0.47
Both potentials	4.79	3.75	3.06	1.83	5.52	2.85	1.68	0.55
Full-wave analysis	4.50	3.66	3.01	1.82	5.52	2.92	1.74	0.62
measure (I)	6.44	2.46	1.66	0.55	0.00	2.40	3.45	12.10
measure (II)	9.19	4.92	4.93	4.94	28.90	21.30	18.20	14.20
(G)				(H)				
Scalar potential	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	0.72	0.29	0.03
Vector potential	35.30	21.20	13.60	5.16	22.07	17.28	10.36	3.62
Both potentials	35.30	21.20	13.60	5.18	22.53	17.38	10.50	3.69
Full-wave analysis	36.60	22.60	13.20	4.86	23.91	18.10	10.52	3.79
measure (I)	3.55	6.19	3.03	6.58	5.77	3.99	0.19	2.59
measure (II)	0.00	0.17	0.43	0.37	2.08	0.61	1.39	2.05



- Full vs Vectorは準静的近似および電界無視の影響を含む
- Full vs Bothは準静的近似の影響を含む
- Both vs Vectorは電界無視の影響を含む
- いずれの影響も30%以内
- 局所SARへの影響のみ評価

(12) 電界影響の除外(家電①)(3/7)

追加検討データ



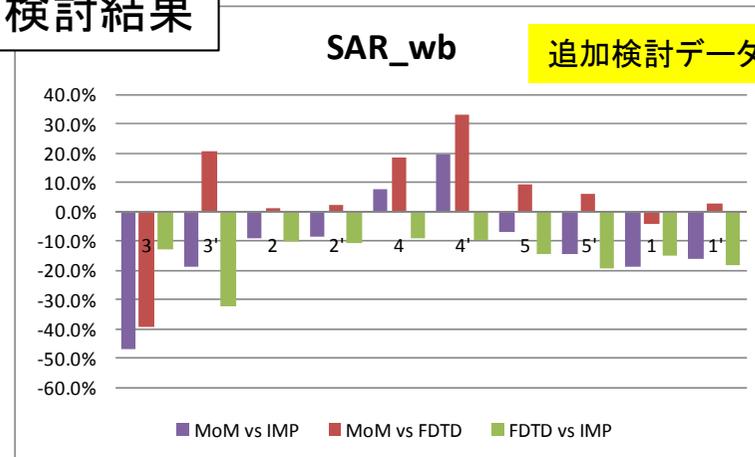
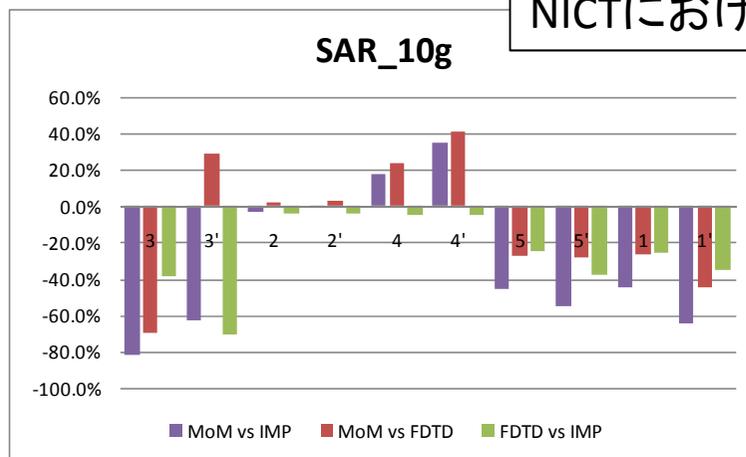
	人体との距離	モード
3	10	高周波
3'	10	低周波
2	10	高周波
2'	10	低周波
4	10	高周波
4'	10	低周波
5	10	高周波
5'	10	低周波
1	10	高周波
1'	10	低周波

NICTにおける追加検討条件(WPTシステムは7MHz用と10 MHz用の2種類×2周波モード(高・低)を検討)

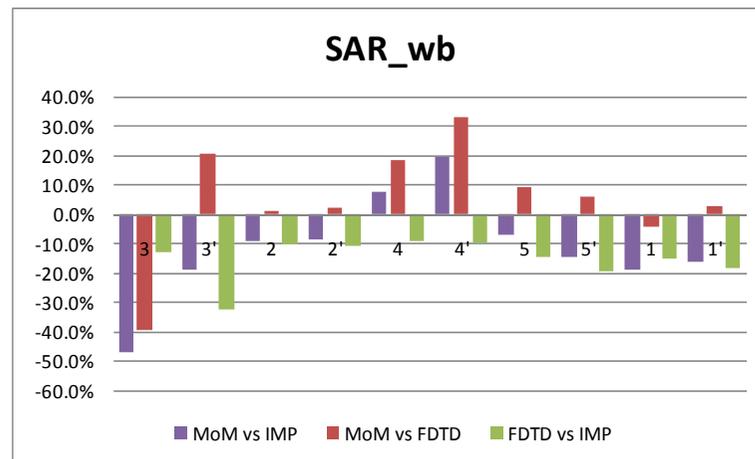
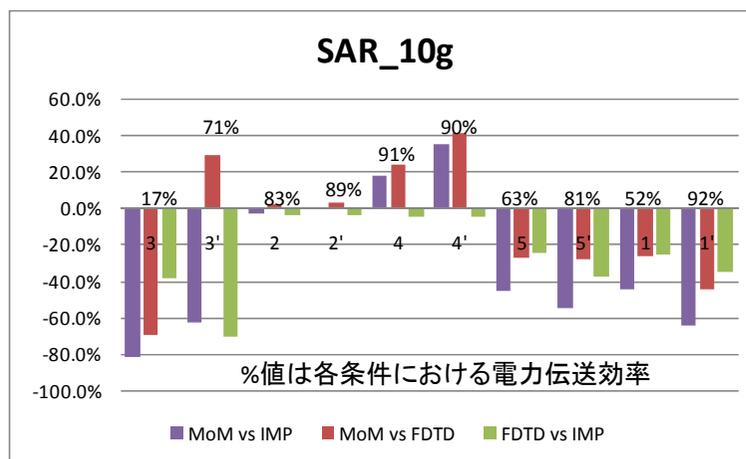
(12) 電界影響の除外(家電①)(4/7)

NICTにおける検討結果

10 MHz



7 MHz



- MoM vs IMPは電磁界結合・準静近似・電界無視の影響を含む
- MoM vs FDTDは電磁界結合の影響を含む
- FDTD vs IMPは電界無視の影響を含む

(12) 電界影響の除外(家電①)(5/7)

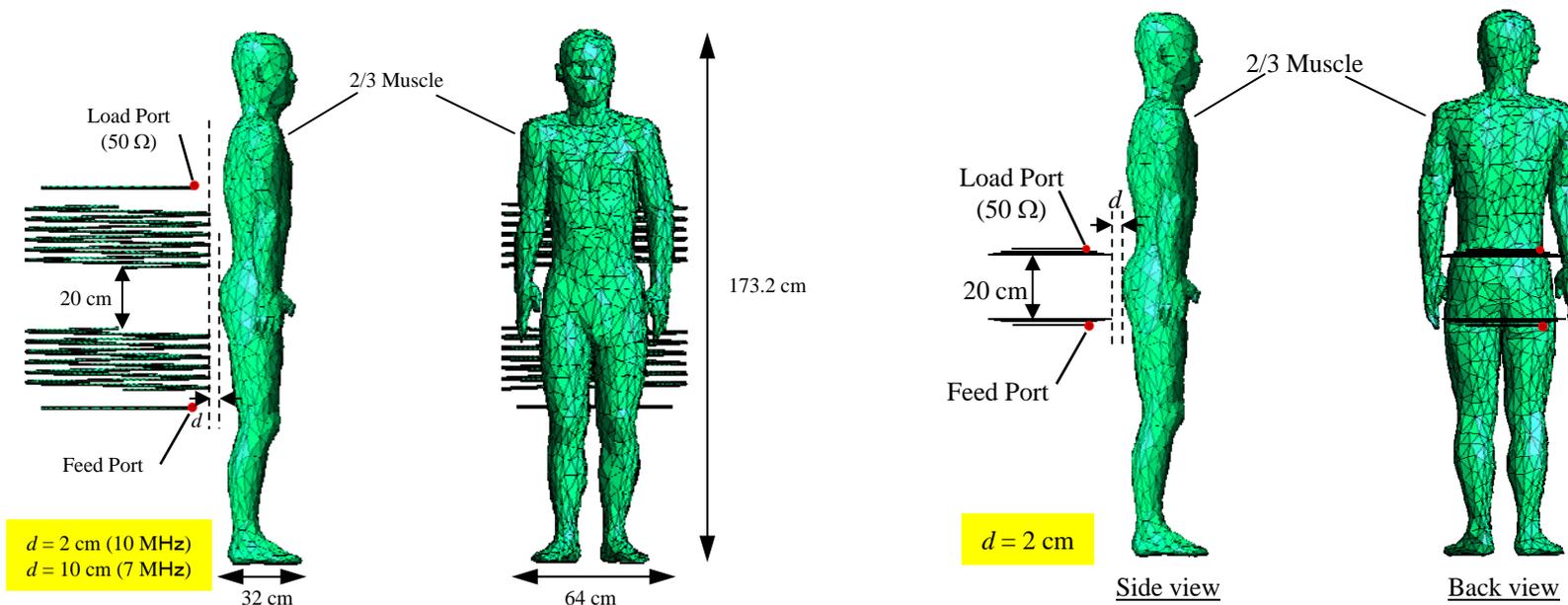
追加検討データ

- 簡易人体モデルを用いた検討(名工大・NICT)のまとめ
 - 名工大での検討では局所SARに対する電界影響は30%以内であるのに対し、NICTの検討結果は70%以内であった。
 - NICTにおける全身平均SARへの電界影響は40%以内であった。
 - 名工大とNICTの評価結果の違いは、準静近似数値計算で入力する入射電磁界強度の違いに起因するものと考察。
 - 名工大は人体モデルと波源の結合を考慮した状態の入射電磁界強度をSPFD法数値計算に入力。
 - NICTは人体モデルを考慮しない状態の入射電磁界強度をFDTD法およびインピーダンス法計算に入力。
 - 通常、人体が存在すると周辺の電界強度は著しく低下すると予想されるため、NICTの検討では電界の影響を実際よりも大きく評価している可能性がある。
 - 局所SARに関しては名工大の検討結果(30%以内)がより信頼性があると考えられる。また、全身平均SARに関するNICTの評価結果(40%以内)は実際よりも過大評価しているため、実際の影響はより限定的と考えられるが、安全側にたった評価指標として検討に使えると考えられる。
 - 準静近似の影響が過大側になるのは、二次的磁界による誘導電界の影響(実際には内部電界強度を低減させる)を無視することによるものと考察。

(12) 電界影響の除外(家電①)(6/7)

追加検討データ

均一組織リアル人体モデルを用いた検討条件



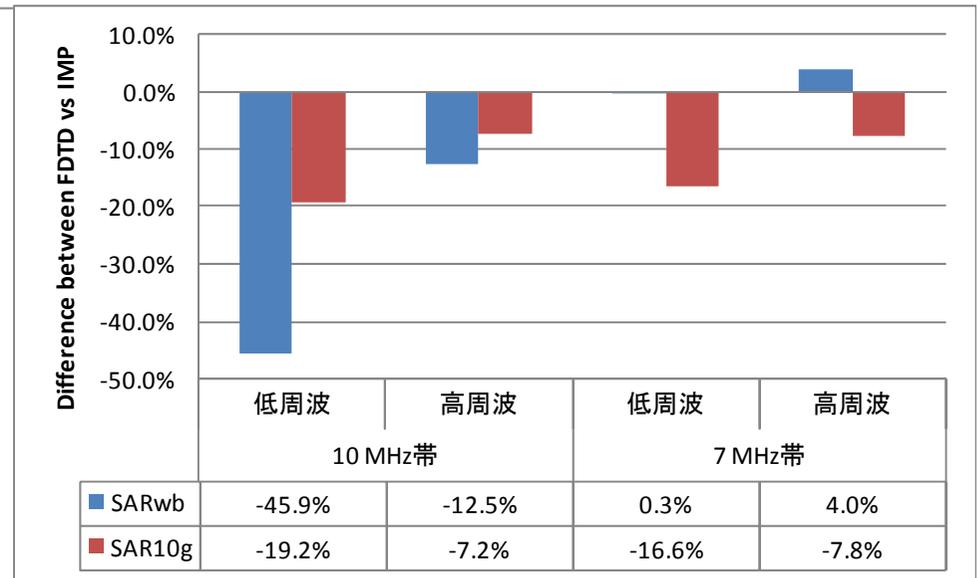
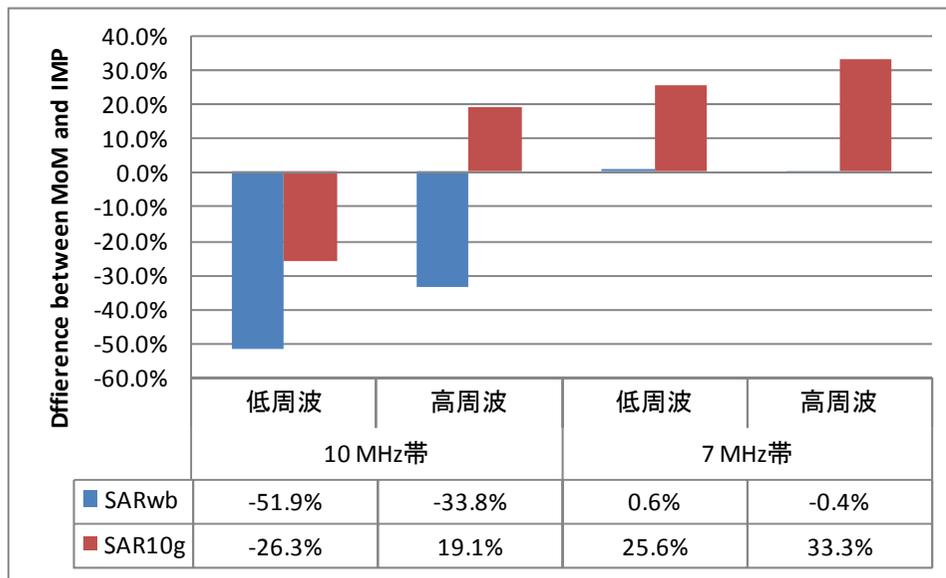
ソレノイド型WPTシステム(10 MHz帯)
ソレノイド型WPTシステム(7 MHz帯)
※7MHz帯システムではd=2cmで計算が不安定になったため、距離を10cmに変更

平巻コイル型WPTシステム(7 MHz帯)

(12) 電界影響の除外(家電①)(7/7)

● データ取得中

追加検討データ



(13) 電界影響の除外(家電②)(1/2)

- メール審議(未)

家電②システムからの電界による人体ばく露量への影響は磁界に比べて無視できる。→電界強度指針の評価を省略できる(ただし、接触ハザードに関する注意事項については電界強度の評価が必要)。

- 補足説明

- 資料4-6, 5-9, 5-10, 追加データ
- 簡易人体モデルとループアンテナを用いた検討において、50Hzの計算結果をスケーリングした値と比較することで、電界の影響が30%まで無視できることを確認(項目(11)のp.2/5)
- 10 MHz帯共鳴型WPTシステムにおいて、円筒人体モデルを用いた検討から、電界の影響が30%以内であることを確認。より低い周波数で動作する家電②システムにおいても、電界の影響は無視できると想定。(項目(3)のp.2/4-3/4)
- 項目(11; EVにおける電界影響の除外)の追加検討において、均一組織リアル人体モデルとEVシステムを想定したモーメント法の計算を実施したが、計算結果に明らかなアーチファクトが認められたため、検討データとしては採用せず(項目(11)のp.3/5-4/5)。
- 追加検討において、家電②用WPTシステムモデル(EV用コイルで代用)と簡易人体モデルを用いた数値シミュレーションから、電界の影響は?%以下であることを確認。(p.2/2)(検討中)
- IEC62311国際規格等で許容されているばく露評価量の不確かさは30%であり、さらに電波防護指針には50倍の安全率が考慮されていることから、?%程度の電界影響は無視できると結論。

(13) 電界影響の除外(家電②)(1/2)

- データ取得中(簡易人体モデル & 家電②WPTシステム(EVシステムで代用))

(14) 全身平均SAR・局所SAR評価 の除外 (EV(100kHz未満))(1/5)

- メール審議

EV(100 kHz未満)については、熱作用に基づく指針値の評価は不要である。→全身平均SAR、局所SARに関する指針値への適合性確認は不要。

- 補足説明

- 資料5-6、追加検討データ

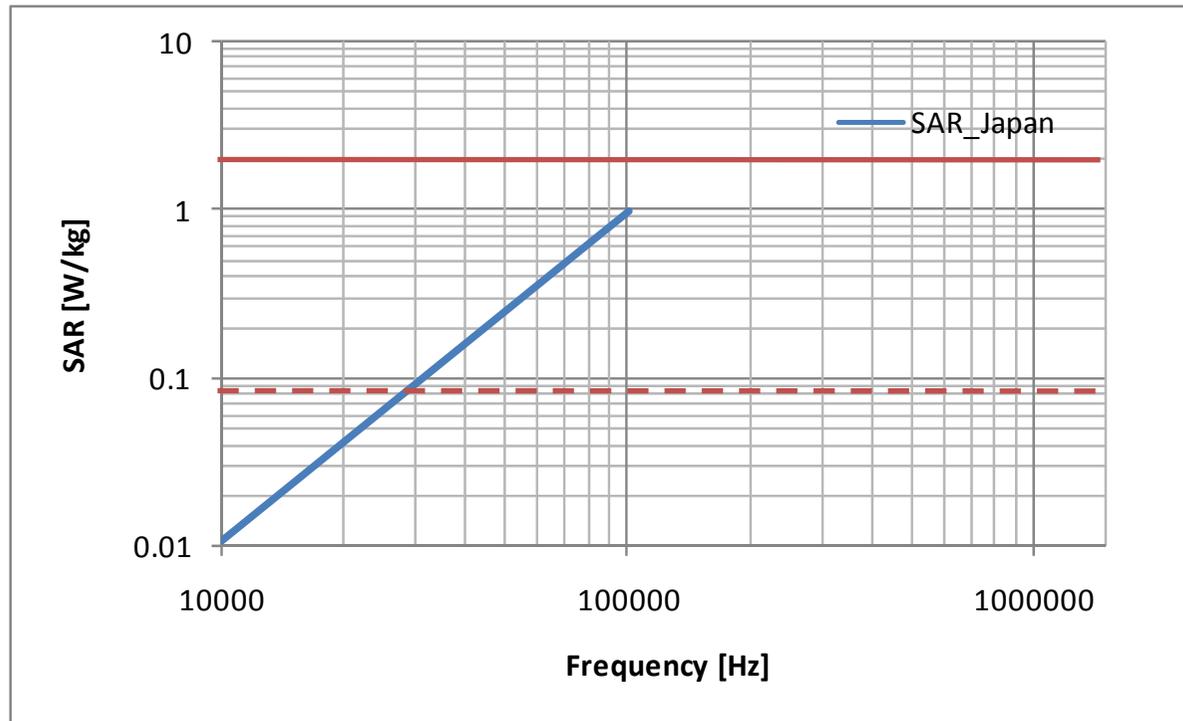
- 誘導電流密度(刺激作用)に関する基礎指針値を満足する場合、局所SARに関する基礎指針値を満足することが自明であることを確認(p.2/5-4/5)。

- 誘導電流密度(刺激作用)に関する基礎指針値を満足する場合、全身平均SARに関する基礎指針値を満足することを確認(p.5/5)。

(14) 全身平均SAR・局所SAR評価の除外 (EV(100kHz未満)) (2/5)

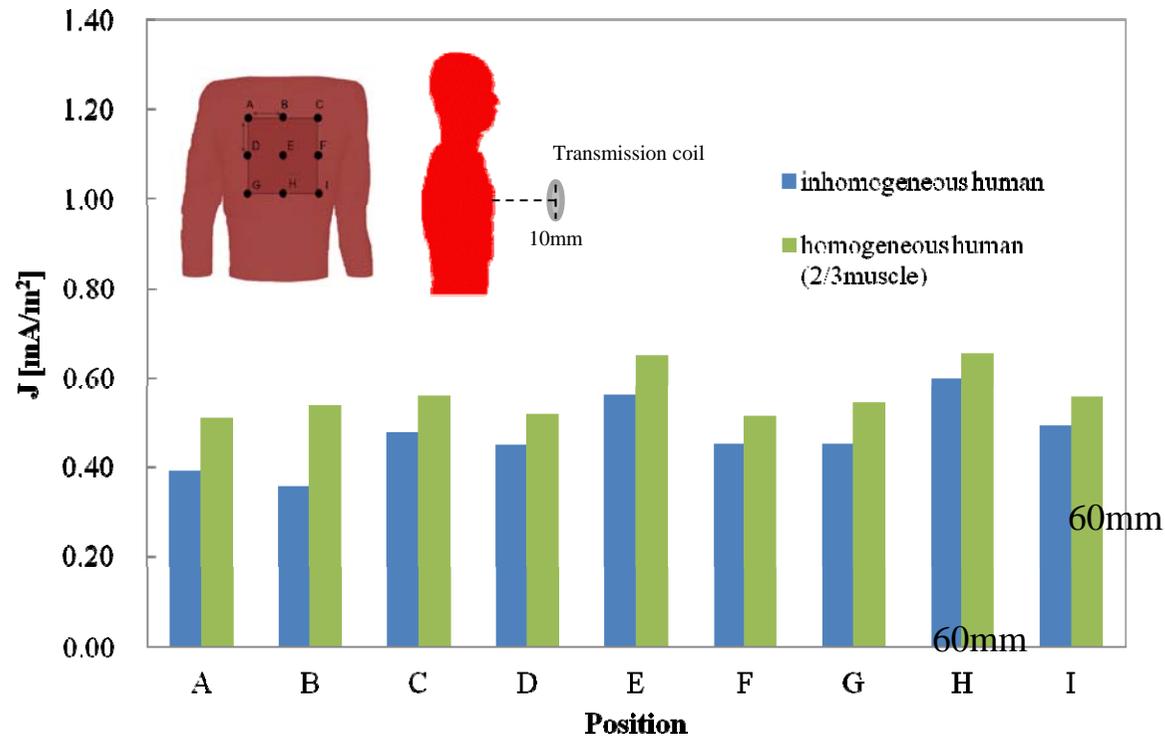
- 誘導電流密度に関する基礎指針値 (一般環境相当)
 $J_{lim} = 1.6 \times 10^{-4} f \text{ [Hz] (A/m}^2\text{)}$
- 誘導電流密度からSARへの換算式
 $SAR_{J_{lim}} = J_{lim}^2 / (\sigma \rho)$
ここで、 σ は導電率、 ρ は密度。
- σ を小さくするとSARを過大評価 (安全側の評価) するので、比較的値が小さい2/3筋肉の値を用いる。
 - 2/3筋肉は実際の不均一組織構造に対して過大側の評価を与えることも確認 (p.4/4)
- 10-100 kHzで $SAR_{J_{lim}}$ は一般環境相当の基礎指針値 (局所SAR < 1.6 W/kg) 以下であることを確認 (p.3/4)

(14) 全身平均SAR・局所SAR評価の除外 (EV (100kHz未満)) (3/5)



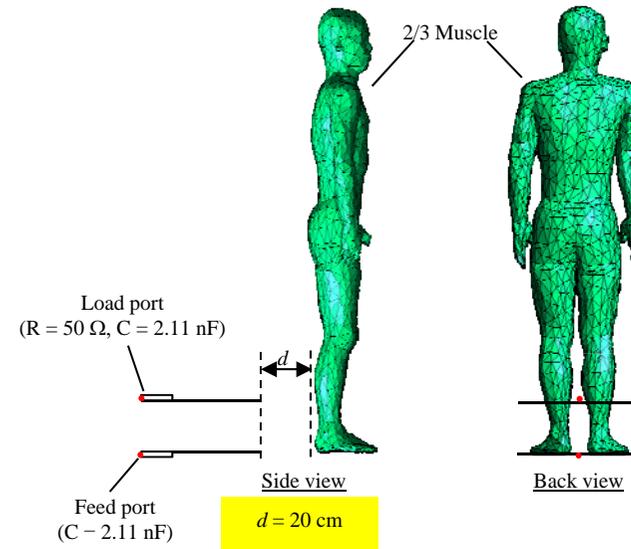
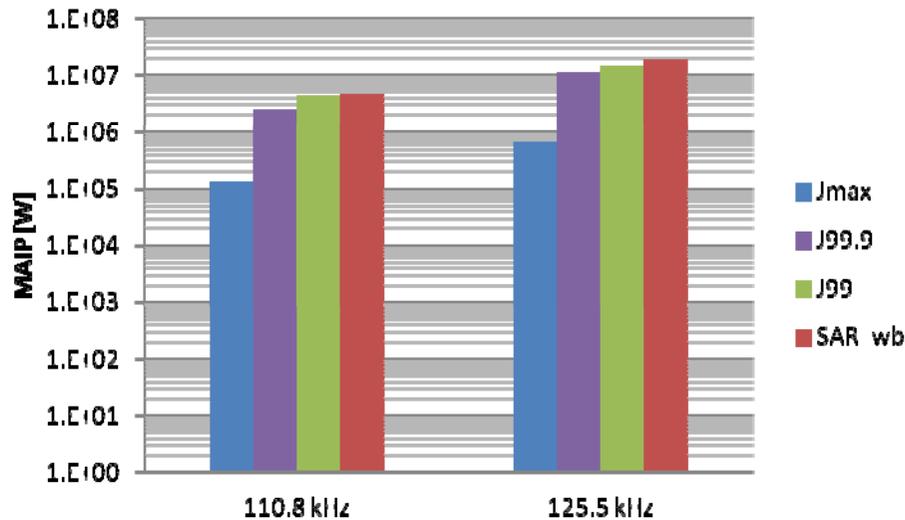
- 青線: 誘導電流密度の基礎指針値から算出したSAR値(2/3筋肉を想定)。
- 赤実線: 局所SARの基礎指針値(一般環境相当の1.6 W/kg)
- 赤破線: 全身平均SARの基礎指針値(一般環境相当の0.08 W/kg)
- 誘導電流密度に関する基礎指針値を満足することで、局所SARの基礎指針値への適合性は10-100 kHzで自明であり、全身平均SARは約30 kHzまで自明。

(14) 全身平均SAR・局所SAR評価 の除外 (EV (100kHz未満)) (4/5)



家電②システム近傍の人体誘導電流密度について、2/3筋肉均一モデルと不均一組織モデルを比較。WPTシステムと人体との位置を変化させても、いずれの場合も2/3筋肉モデルにおける誘導電流密度が不均一組織モデルよりも大きくなることを確認。

(14) 全身平均SAR・局所SAR評価の除外 (EV (100kHz未満)) (5/5)



- インピーダンス法によりリアル人体モデル内の誘導電流密度と全身平均SARを計算し、それぞれの指標に関する最大許容電力を算出。
- 全身平均SARに基づく最大許容電力は誘導電流密度に基づく最大許容電力よりも大きいことを確認。→ 誘導電流密度の指針値を満足すれば、全身平均SARの指針値も満足しているとみなせる。
- 前項は、誘導電流密度の指針値が低い周波数ではより厳しい値になることから、100 kHz以下でも同様であると考える。
- 誘導電流密度の最大値は論文 (Laakso and Hirata, PMB, 2013) の報告から、99.9パーセンタイル値が適当であると考える。

(15) 全身平均SARの除外 (EV (100kHz以上)) (1/2)

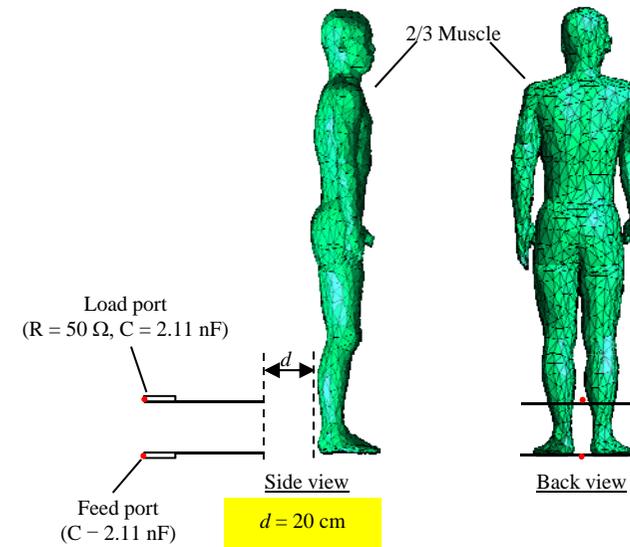
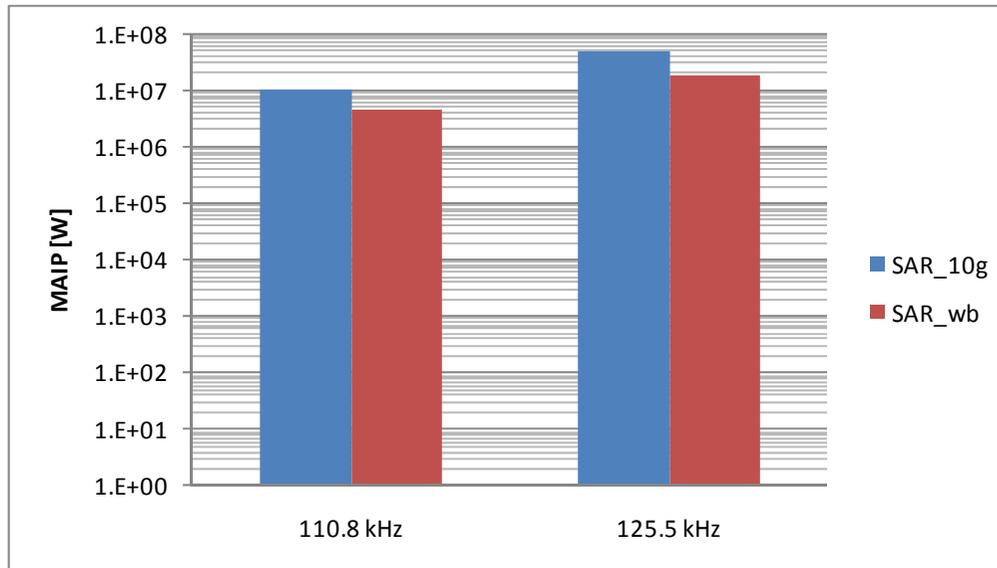
- メール審議

EV(100 kHz以上)については、全身平均SARの評価を除外できない。→結合係数による評価手法は適用できない。

- 補足説明

- 資料5-6、追加検討データ
- 局所SARの指針値に適合していても、全身平均SARの指針値に適合していない可能性が示された(p.2/2)

(15) 全身平均SAR評価の除外 (EV (100kHz以上)) (2/2)



- インピーダンス法によりリアル人体モデル内の局所SARと全身平均SARを計算し、それぞれの指標に関する最大許容電力を算出。
- 全身平均SARに基づく最大許容電力は局所SARに基づく最大許容電力よりも小さいことを確認。→局所SARの指針値を満足していても、全身平均SARの指針値を満足しているとはみなせない。

(16) 全身平均SAR・局所SAR評価 の除外(家電②)(1/2)

- メール審議

家電②については、熱作用に基づく指針値の評価は不要である。
→全身平均SAR、局所SARに関する指針値への適合性確認は不要。

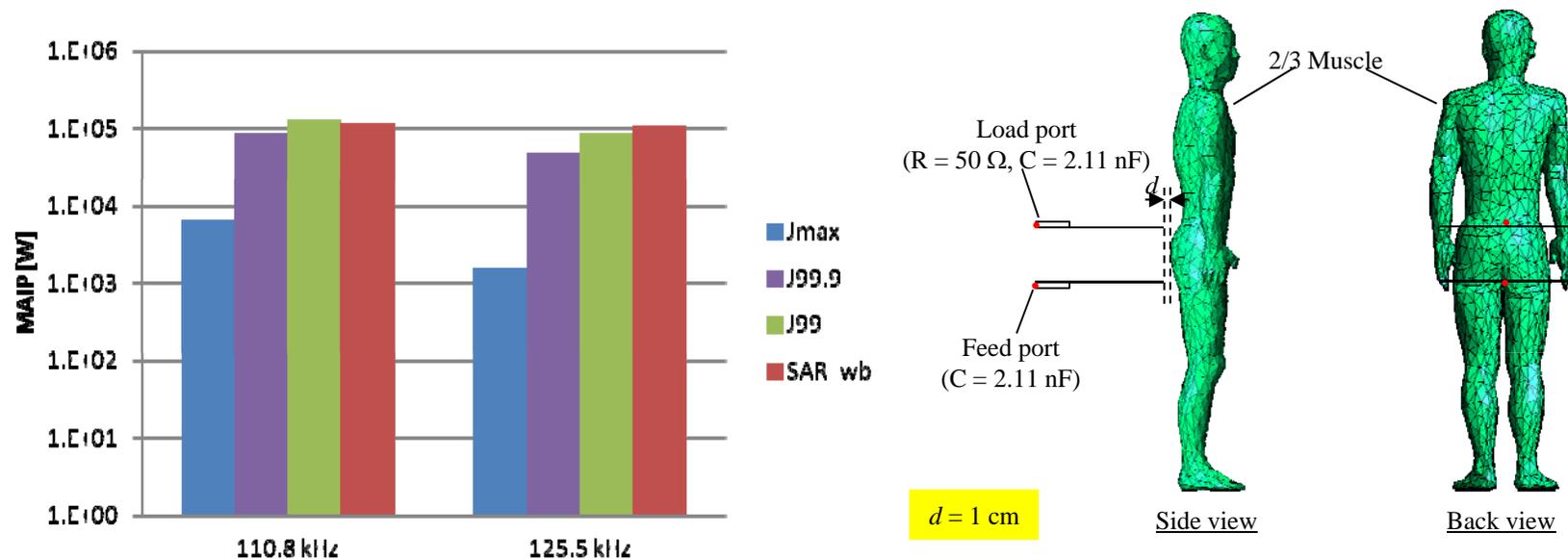
- 補足説明

- 資料5-6、追加検討データ

- 誘導電流密度(刺激作用)に関する基礎指針値を満足する場合、局所SARに関する基礎指針値を満足することが自明であることを確認(項目(14)のp.2/5-4/5)。

- 誘導電流密度(刺激作用)に関する基礎指針値を満足する場合、全身平均SARに関する基礎指針値を満足することを確認(p.2/2)。

(16) 全身平均SAR・局所SAR評価 の除外(家電②)(2/2)



- インピーダンス法によりリアル人体モデル内の誘導電流密度と全身平均SARを計算し、それぞれの指標に関する最大許容電力を算出。
- 全身平均SARに基づく最大許容電力は誘導電流密度に基づく最大許容電力よりも大きいことを確認。→ 誘導電流密度の指針値を満足すれば、全身平均SARの指針値も満足しているとみなせる。
- 前項は、誘導電流密度の指針値が低い周波数ではより厳しい値になることから、100 kHz以下でも同様であると考える。
- 誘導電流密度の最大値は論文(Laakso and Hirata, PMB, 2013)の報告から、99.9パーセンタイル値が適当であると考える。

(17) 電磁界強度指針注意事項1

- メール審議(未)

電磁界強度指針の注意事項1(接触ハザードが防止されていない場合の指針値)は、遠方放射源からの一様電磁界中のスクールバスを想定しているが、WPTシステムに対しても安全側の評価を与える。

- 補足説明

現在、検証データ取得中。

(18) 空間平均の妥当性 (EV)

- メール審議(未)

IEC 61980ドラフトで提案されている3点平均による評価がEVシステムからの電磁界への人体ばく露に関して安全側の評価を与える

- 補足説明

- 資料5-6, 5-10、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(19) 結合係数 (EV)

- メール審議(未)

EVシステムにおける結合係数は〇〇～〇〇
である。

- 補足説明

– 資料5-10、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(20) 結合係数(家電②)

- メール審議(未)
家電②システムにおける結合係数は〇〇～
〇〇である。
- 補足説明
 - 資料5-10、追加検討データ現在、検証データとりまとめ中。

(21) 小児考慮した検討 (EV)

- メール審議(未)

EVシステムからの電磁界への人体ばく露量について成人と小児の差異は〇〇。

- 補足説明

– 資料3-14, 3-15、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(22) 小児考慮した検討(家電①)

- メール審議(未)

家電①システムからの電磁界への人体ばく露量について成人と小児の差異は〇〇。

- 補足説明

– 資料4-6、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(23) 小児考慮した検討(家電②)

- メール審議(未)

家電②システムからの電磁界への人体ばく露量について成人と小児の差異は〇〇。

- 補足説明

– 追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(24) 小児考慮した検討(家電③)

- メール審議

家電③システムからの電磁界への人体ばく露量について成人と小児の差異は、実際のばく露レベルと電波防護指針値との差異に比べて無視できる。

- 補足説明

- 資料5-8
- 家電③装置周辺電磁界の最大測定値は17V/mおよび0.074A/mであり、それぞれ電磁界強度指針に対して16倍および65倍のマーヅンがある。
- 人体ばく露量の局所SARピーク値については成人と小児間で大きな差異は生じないと考えられる。一方で、全身平均SAR値については最大で体重比程度の差異が生じる可能性がある。成人体重を60kg、小児体重をIEC 62311定義の12.5 kgとすると体重比は約5倍となる。
- 体重比に比べて、電磁界強度指針値と最大測定値間のマーヅンは十分に大きいため、家電③については小児に対して特別な配慮は必要ないと考えられる。

(25) 接触電流評価手順 (EV)

- メール審議(未)

EVシステムからの電磁界への人体ばく露時の接触電流測定における非接地金属体の寸法は〇〇×〇〇、設置位置は〇〇。

- 補足説明

– 資料3-4, 3-5, 3-6、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(26) 接触電流評価手順(家電①)

- メール審議(未)

家電①システムからの電磁界への人体ばく露時の接触電流測定における非接地金属体の寸法は〇〇×〇〇、設置位置は〇〇。

- 補足説明

– 資料3-4, 3-5, 3-6、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(26) 接触電流評価手順(家電②)

- メール審議(未)

家電②システムからの電磁界への人体ばく露時の接触電流測定における非接地金属体の寸法は〇〇×〇〇、設置位置は〇〇。

- 補足説明

– 資料3-4, 3-5, 3-6、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

(26) 接触電流評価手順(家電③)

- メール審議(未)

家電③システムからの電磁界への人体ばく露時の接触電流測定における非接地金属体の寸法は〇〇×〇〇、設置位置は〇〇。

- 補足説明

– 資料3-4, 3-5, 3-6、追加検討データ

現在、検証データとりまとめ中。

適用すべき電波防護指針値と評価方法案

渡辺(NICT)

適用すべき電波防護指針値についての 基本的な考え方(1)

- 全ての周波数領域において、熱作用に基づく指針値(平均時間6分間)を適用する。
- 前項に加えて、10 kHzから100 kHzまでの周波数領域においては、刺激作用に基づく指針値(平均時間1秒未満)を適用する。
- 人体が電波放射源および金属体から20 cm以上離れている場合には、不均一または局所的なばく露に関する補助指針を適用できる。
- 人体が電波放射源および金属体から20 cm以内に近づく場合には、電磁界強度指針を入射電磁界強度の最大値に適用するか、または局所吸収指針(ただし、100 kHz未満は基礎指針値に一般環境相当の安全率を考慮した値)を適用する。なお、電磁界強度指針の最大値を適用するためには、電波放射源から20cm以内の領域の電磁界を電磁界測定プローブで正確に測定できることが必要である。

適用すべき電波防護指針値についての 基本的な考え方(2)

- 電界と磁界が 377Ω の関係にない近傍界曝露条件では、熱作用のうち全身平均SARに基づく指針値については電界と磁界のそれぞれの指針値に対する割合の自乗和が1を超えてないことを確認する。
- それ以外の指針値については電界と磁界のそれぞれの寄与による人体ばく露量(誘導電流密度や局所SAR)のピーク位置が同一場所にならない場合には、電界と磁界のそれぞれについて指針値を超えないことを確認する。ピーク位置が同一箇所になる場合には前項と同様に電界と磁界のそれぞれの指針値に対する割合の自乗和が1を超えてないことを確認する。
- ただし、電界と磁界のいずれかの影響が他方に比べて無視できる場合には、支配的な界についてのみ評価を行うことができる。

適用すべき電波防護指針値についての 基本的な考え方(3)

- 接触ハザードが防止されていない場合には、電磁界強度指針の接触ハザードが防止されていない場合についての注意事項(注1)を適用するか、または接触電流に関する補助指針を適用する。
- 3 MHz以上の周波数領域で非接地条件が満たされない場合には、電磁界強度指針の非接地条件が満たされない場合についての注意事項(注2)を適用するか、または誘導電流に関する補助指針を適用する。

適用すべき電波防護指針値についての 基本的な考え方(4)

- 適用すべき指針値の平均時間にわたり電磁界の強度が変動する場合には、平均時間内で電磁界強度または誘導電流密度の実効値の二乗平均平方根した値を指針値と比較する。
- 電磁界が指針値に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合には、角周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、その総和が1を超えないことを確認する。

各システムにおいて適用すべきガイドラインの絞り込みの要件

- 周波数
- 人体との離隔距離
 - 波源近傍での電磁界プローブによる測定可能性
- 接触ハザード
- 非接地条件
- 電界影響が無視できる
- 熱作用に基づく指針値の評価を省略できる
- 全身平均SARに基づく指針値の評価を省略できる
- 電界と磁界による局所ピークが重複しない

EV (100 kHz未満)に適用する電波防護指針値(1)

- 周波数は100 kHz未満
- 人体との離隔距離は20cm以上(空間平均を適用可能)
 - 充電中に、長時間にわたり、金属体(車体)と人体との距離が20cm以内になることはない想定(IEC 62110に準じた判断)
- 接触ハザードは防止されていない
- 非接地条件に関する指針値は適用範囲外
- 電界影響は無視できる(検討中)
- 熱作用に基づく指針値の評価を省略できる

EV (100 kHz未満)に適用する電波防護指針値(2)

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:なし(又は極めて低い)						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR				
		局所SAR				
	誘導電流密度					基礎指針 (安全率1/√5を付加)
	接触電流			接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針
	足首誘導電流					
	外部電界		電磁界強度指針注意事項1 ※1			
			※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可			
	外部磁界		電磁界強度指針表3(b) ※1	電磁界強度指針表3(b) ※1	結合係数による誘導電流密度評価	
			※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可			

EV (100 kHz以上)に適用する電波防護指針値(1)

- 周波数は100 kHz以上
- 人体との離隔距離は20cm以上(空間平均を適用可能)
 - 充電中に、長時間にわたり、金属体(車体)と人体との距離が20cm以内になることはない想定(IEC 62110に準じた判断)
- 接触ハザードは防止されていない
- 非接地条件に関する指針値は適用範囲外
- 電界影響は無視できる(検討中)
- 全身平均SARに基づく指針値の評価を省略できない

EV (100 kHz以上)に適用する電波防護指針値(2)

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:なし(又は極めて低い)						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR				
		局所SAR				局所吸収指針
	誘導電流密度					
	接触電流			接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針
	足首誘導電流					
	外部電界		電磁界強度指針注意事項1 ※1			
			※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可			
	外部磁界		電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	結合係数による局所SAR評価 ※2	
			※1:不均一ばく露に関する補助指針も適用可		※2:全身平均SARの評価が不要の場合に限る	

家電①に適用する電波防護指針値 (1)

- 周波数は100 kHz以上
- 人体との離隔距離は20cm以内
- 接触ハザードは防止されていない
- 非接地条件は満足されている
- 電界影響は無視できる(検討中)
- 全身平均SARに基づく指針値の評価を省略できない(検討中)
- 波源近傍で電磁界プローブ測定が可能(検討中)

家電①に適用する電波防護指針値 (2)

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性		あり				
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		非接地条件が満たされている				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR			局所吸収指針	
		局所SAR			局所吸収指針	
	誘導電流密度					
	接触電流		接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	局所吸収指針	
	足首誘導電流					
	外部電界	電磁界強度指針注意事項1 ※1				
		※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可				
	外部磁界	電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	結合係数による局所SAR評価 ※2		
		※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可		※2:全身平均SARの評価が不要の場合に限る		

家電②に適用する電波防護指針値 (1)

- 周波数は100 kHz未満
- 人体との離隔距離は20cm以内
- 接触ハザードは防止されていない
- 非接地条件に関する指針値は適用範囲外
- 電界影響は無視できる(検討中)
- 熱作用に基づく指針値の評価を省略できる
- 波源近傍で電磁界プローブ測定が可能(検討中)

家電②に適用する電波防護指針値 (2)

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:あり						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
適用が考えられる指針値及び根拠となるガイドライン等の組合せ	SAR	全身平均SAR				
		局所SAR				
	誘導電流密度					基礎指針(安全率 $1/\sqrt{5}$ を付加)
	接触電流			接触電流に関する補助指針		接触電流に関する補助指針
	足首誘導電流					
	外部電界		電磁界強度指針注意事項1 ※1		電磁界強度指針注意事項1 ※1	
			※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可			
	外部磁界		電磁界強度指針表3 (b) ※1	電磁界強度指針表3 (b) ※1	結合係数による誘導電流密度の評価	結合係数による誘導電流密度の評価
			※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可			

家電③に適用する電波防護指針値 (1)

- 周波数は100 kHz以上
- 人体との離隔距離は20cm以内
- 接触ハザードは防止されていない
- 非接地条件に関する指針値は適用範囲外
- 源近傍で電磁界プローブ測定が可能(検討中)
- 全身平均SARに基づく評価の省略可能性は未確認

家電③に適用する電波防護指針値 (2)

人体が接触又は近接(20cm以内)したり、人体の一部が送受電コイル間に入る可能性:あり						
接触ハザード		接触ハザードが防止されていない				
非接地条件		対象外				
評価方法の分類		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	
適用 が考 えら れる 指針 値及 び根 拠と なる ガイ ドライン 等 の組 合せ	SAR	全身平均 SAR			局所吸収指針	
		局所SAR			局所吸収指針	
	誘導電流密度					
	接触電流			接触電流に関する補助指針	接触電流に関する補助指針	局所吸収指針
	足首誘導電流					
	外部電界		電磁界強度指針表3(a) 電磁界強度指針注意事項1 ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	
			※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可			
	外部磁界		電磁界強度指針表3(a) ※1	電磁界強度指針表3(a) ※1	結合係数による局所SAR評価 ※2	
※1:不均一ばく露に関する補助指針は適用不可			※2:全身平均SARの評価が省略できる場合に限る			

適合性評価方法の基本的な考え方

- 波源周辺の入射電磁界強度の測定により適合性を評価する。
- 離隔距離が20cm以上離れる場合には空間平均を適用できる。
- 全身平均SARの評価を省略できる場合には結合係数を適用できる。
- 接触電流の評価では、装置周辺に所定の金属体(非接地)を設置して測定を行う。
- 評価手順は国際規格に準じる。

継続検討課題について

- ~~電界と磁界による局所ピークの可能性についての検討(EV、家電②)~~
- ~~波源近傍での磁界プローブ測定の妥当性確認(家電①、②、③)~~
- 波源近傍での電界プローブ測定の妥当性確認(家電①、②、③)
- **電界強度指針注意事項1の妥当性確認**
- 電界影響評価の省略条件確認(EV、家電①、②)
- SAR評価の省略条件確認(EV、家電①、②)
- 空間平均測定ポイントについての検討(EV)
- 結合係数の典型値について検討(EV、家電②)
- 小児を考慮した検討(EV、家電①、②)
- **接触電流評価手順の明確化(EV、家電①、②、③)**

将来の課題

- 除外要件についての更なる検討
- 国際ガイドライン(ICNIRP)、電波防護指針改訂版(刺激作用)への対応
- 適合性評価方法の改良・拡張
 - SAR、誘導電流密度の直接測定方法
 - 数値シミュレーションによる評価方法
- 適合性評価方法の国際規格化

メール審議で頂いたご意見とご意見に対する考え方

○「WPT 作業班人体防護アドホックメール審議」

頂いたご意見	考え方
<p>・資料中、「電界強度指針の評価を省略できる」という表現で書かれてありますが、「電界の評価を行わなくても磁界強度評価を以て、十分に安全性の評価を担保できる」といった表現ではいかがでしょうか？</p>	<p>ご指摘に従い、報告書案では誤解のない表現で記載するようにいたします。</p>

○「適用すべき電波防護指針値と評価方法案」

頂いたご意見	考え方
<p>・「(10)EV 車体と人体間距離について」において、これまで自社においては、20cm 以内に入る事も前提とした評価を行ってきました。また、20cm という距離の指標も国内人体防護指針や IEC62110 には記述があるものの、これを電気自動車用ワイヤレス給電に対して用いてもよいかという事についてはいまだ国際的コンセンサスを得ていないと考えます。</p>	<p>電気自動車に対する測定距離については IEC61980 ドラフト案に含まれておりますが、まだ同規格は発行されておきませんので、ご指摘の通り離隔距離についての国際的コンセンサスは得られておりません。しかし、国際規格の策定を待たずに評価方法を確立することが本作業班の役割であると考えます。</p> <p>そのうえで、現状で入手できるデータに基づき、当該離隔距離についての検討を行い、20cmの離隔距離での評価は、仮に人体が車体に接触していても安全側の評価を与えることが見出されています。したがって、離隔距離20cmでの評価を評価手順に加えることは妥当であると考えます。</p>
<p>・Ad-hoc 委員会において、「基礎指針を数値解析で妥当性を見出すという事がいまだ現実的でないため活用は見送る」という見方を示して頂きましたが、現在進めようとしている「外部電界、外部磁界」に対する適合性確認は、数値解析に基づくドシメトリ法による「誘導電流、誘導電界」と「外部電界、外部磁界」の相関性を元に論じられています。つまり「外部電界、外部磁界」評価法の妥当性を示すためには数値解析を有用性を認めているのに対して、数値解析による直接的な適合性確認は使えないという事になり、両者に整合性を認められません。</p>	<p>人体防護アドホックの議論で実施してきた数値解析に基づく検討は、基本的に相対的な比較のみであり、人体内の誘導電界強度やSARの絶対値については議論しておりません。一方、電波防護指針値の適合性確認を行うためには、計算で求められた誘導電流密度およびSARの絶対値と指針値を比較する必要があります。しかし、様々なWPTシステムに対し、計算で求められた誘導電流密度およびSARの絶対値の妥当性を確認するための手法を確立するための研究データは十分ではないと考えます。</p> <p>したがって、現時点では数値計算による適合性評価は評価手法に含めることは時期尚早であり、今後の将来的な課題として挙げるのが妥当と考えます。</p>

<p>・「(18)空間平均の妥当性(EV) & (19)結合係数(EV)」において、空間平均及び結合係数について、国際的なコンセンサスはまだ得られていないと考えています。</p>	<p>電気自動車に対する空間平均については IEC61980ドラフト案に含まれておりますが、まだ同規格は発行されておられませんので、ご指摘の通り空間平均についての国際的コンセンサスは得られておりません。しかし、国際規格の策定を待たずに評価方法を確立することが本作業班の役割であると考えます。</p> <p>そのうえで、現状で入手できるデータに基づき、当該空間平均についての検討を行い、3点での空間平均評価は、基礎指針に基づく評価に比べて安全側の評価を与えることを確認しています。したがって、3点の空間平均での評価を評価手順に加えることは妥当と考えます。</p> <p>結合係数については、検討データをとりまとめ中ですが、妥当性が十分に確認できない場合には、参考値という位置づけで報告書に記載することになると考えます。</p>
---	--

○「適用すべき電波防護指針値と評価方法案」

頂いたご意見	考え方
<p>①5.2 項において、各WPTシステム毎に適用すべき指針値を示しており、その中で管理指針を満たせない場合には、基礎指針や局所吸収指針(SAR)に立ち返れば良いということと言及していると思います。</p> <p>次に、5.3 項において、各指針値に対応した評価方法(パターン①、②など)を記載しています。ここで、基礎指針や局所吸収指針(SAR)に対する評価方法について言及していないために、「結局は評価方法がないので、基礎指針に立ち返ることは不可」と読めてしまいます。基礎指針や局所吸収指針に対する適切な評価方法がないことは理解していますが、前述のような解釈であると業界として大変問題であると思います。適切な表現にさせていただくことを要望します。</p>	
<p>②①と同様の意見で、「6.78MHz 帯 WPT」を例にして、5.2.5.2 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①、の表と 5.3.2 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①、の記述を見て、家電機器用ワイヤレス電力伝送システム①に対して適用できるのはパターン①(電磁界強度指針)かパターン②(磁界強度指針+接触電流補助指針)だけで、局所吸収指針(による評価)は適用できないと言っていると誤解しました。</p> <p>5.2.5.2 の表は、グレーの網掛けを定義する必要が有りますが、5.3.2 でもパターン①とパターン②のことしか記されていないのが問題(誤解を招く原因)だと思います。5.2.5.2 や5.3.2において、パターン①やパターン②の評価でアウトになった場合は、パターン③やパターン④で評価できることを明記していただきたいと思います。</p>	
<p>③5.2 項の七つ目の・に 「電磁界が指針値に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合には、角周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求め、その総和が1を超えないことを確認する。」と記載されていますが、「無視できない」という文言が引っかかると思います。なくてもよいのではないかと思います。</p>	
<p>④「5.2.1 電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム」の中に、「ただし、電気自</p>	

<p>動車用ワイヤレス電力伝送システムにおいては、外部電界による寄与が外部磁界に対して十分に小さいため、電界強度に関する適合性評価を行わなくとも、磁界強度のみに関する適合性評価をもって安全性を確認できる。」とあります。ここで、「電界強度の測定は不要」と読めますが、正しいでしょうか？</p> <p>更に、この後の「電気自動車用ワイヤレス電力伝送システムで利用される電波の周波数は 3 MHz 未満であるため、非接地条件が満たされない場合の電磁界強度の注意事項(注2)や誘導電流に関する補助指針を適用する必要はない。」とあります。ここで注2は電界強度の注意事項ですから、ここでも電界強度は測定不要と読めます。</p> <p>一方、「5.2.1.1(1)電磁界強度指針および補助指針」の中に、「さらに、電磁界強度指針の表 3 の接触ハザードが防止されていない場合の注意事項(注 2)への適合性を確認する。」や、「ワイヤレス電力伝送システム周辺の電界強度の最大値が表 3 の注 2 を超えている場合、不均一ばく露に関する補助指針を適用できる。」において、注2を引用しているので電界強度を測定するよう書いてあります。(「注2」は「注1」の間違いでしょうか？)</p> <p>更にまた、表のパターン①にも電界の欄が残っています。</p> <p>以上の現状の記述を読む限り。電界強度の測定が必要なのか、不要なのか混乱してしまいます。</p>	
<p>⑤5.2.5 項のパターン表について「グレーで網掛けされた」パターンについての取り扱いを明記すべきかと思いますが、5.3.1 項以降で網掛けパターンは触れられていないようです。基礎指針による評価に関して、メール審議で意見を入れさせて頂きましたが、パターン分けについて混乱を招かないように最終報告書に反映される時点までには、基礎指針による評価の位置づけを明確化する必要があると思います</p>	
<p>⑥5.3 項で、「測定値を指針値と比較する際には、測定値に含まれる不確かさを求め、拡張不確かさが 30%を超える場合には IEC62311 国際規格の方法に基づき、適用する指針値を補正すること。詳細は付録Dを参照すること。」とありますが、付録 D はそういった内容ではないように思います。</p>	

<p>⑦5.3 項の後半に測定不確かさに関する記述があります。IEC62311 の測定不確かさの取り扱いに関しては 5.5.3.1 の最後に記載しております。</p> <p>この測定不確かさの取り扱いは共通的に使う文章なので、5.5.3.1 の最後の部分を切り出し付録Eとして、他の部分から付録Eを参照するようにはいかがでしょうか。</p>	
<p>⑧5.3.1 項「電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム」の「パターン④」の中で、「ワイヤレス電力伝送システムにより充電している車体周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し、接触電流に関する補助指針の指針値よりも低いことを確認する。」とあります。接触端子を触れる相手が「車体」ではなく、「車体周辺の非接地の金属体」とのことですが、どのような経緯でこのような結論になったのでしょうか？（会合での議論内容を失念しているかも知れません）</p> <p>ここで、「車体周辺の非接地の金属体」が不明確だと思います。別な言い方をすると、そのような金属体を想定できないとも思います。その場合には、どう対処するのか不明です。「金属体を想定できない場合には接触電流の測定が不要」となると、それはそれで問題だと思います。</p> <p>具体的な対応の仕方が明確になるような記述が必要かと思います。</p>	
<p>⑨⑧と同様に、「5.3.2 家電機器用ワイヤレス電力伝送システム②」においても「パターン②」において、「ワイヤレス電力伝送システム周辺に非接地の金属体を設置し、接触電流を測定し」とあります。これについても、「非設置の金属体」が不明です。</p>	
<p>⑩「5.3.1.1 100kHz 未満の電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム」において、電磁界強度の3点平均値により指針への適合性を評価する方法が記載されています。業界としては、このように具体的な評価法を提示していただけることは、対応方法が分かりやすく、大変ありがたいことですが、一方で、SAEなど国際標準規格の場では、ここに来て、この日本提案の方法が否決されそうな気配です（まだ正式決定ではない）。もし仮に国際規格の中にこの方法が残らなくても、日本としてはこの方法を推奨していくという理解でよろしいでしょうか？</p>	

<p>⑫測定する周波数帯について、本報告書案では、現行の防護指針を適用しているため、10kHz以上の周波数を対象としています。</p> <p>その場合、SARを除く各パラメータ(電界・磁界・接触電流)を10kHz以上の周波数だけで実効値で測定するのは非常に困難な作業ではないかと思えます。</p> <p>今後、「電波防護指針の在り方に関する作業班」の審議を受けて防護指針が変わる予定だということであれば問題ないと思えますが、現在の10kHzからの測定を想定しての報告書とするには、10kHz以下の周波数を分離した測定方法についてもガイドが必要だと思えます。</p>	
<p>⑬磁界・接触電流測定について、基本波だけで高調波は無視できる程度のものであればいいのですが、高調波もかなり大きなレベルで観測できることも多いと思われます。</p> <p>⑫⑬共に実効値での測定を実施しようとすると、周波数解析が必須となるため、その測定に対するガイドが必要になります。</p>	