

# 総務省委託研究成果発表

独立行政法人情報通信研究機構

2013年10月9日

# 研究目的

電波が人体に及ぼす影響に関し、国民の不安を解消し、安全で安心な電波利用社会を構築するため、電波防護指針の検証に必要不可欠な基盤技術として、人体に吸収される電波ばく露量をより厳密に計測する技術の確立、無線設備から発せられる電波の量をより厳密に計測する技術の確立を行う。



電波防護指針適合性評価  
技術



人体の電波ばく露量計測技術



医学・生物実験のためのばく露装置及びばく露量評価  
(H22年度のみ)

# H24年度研究計画

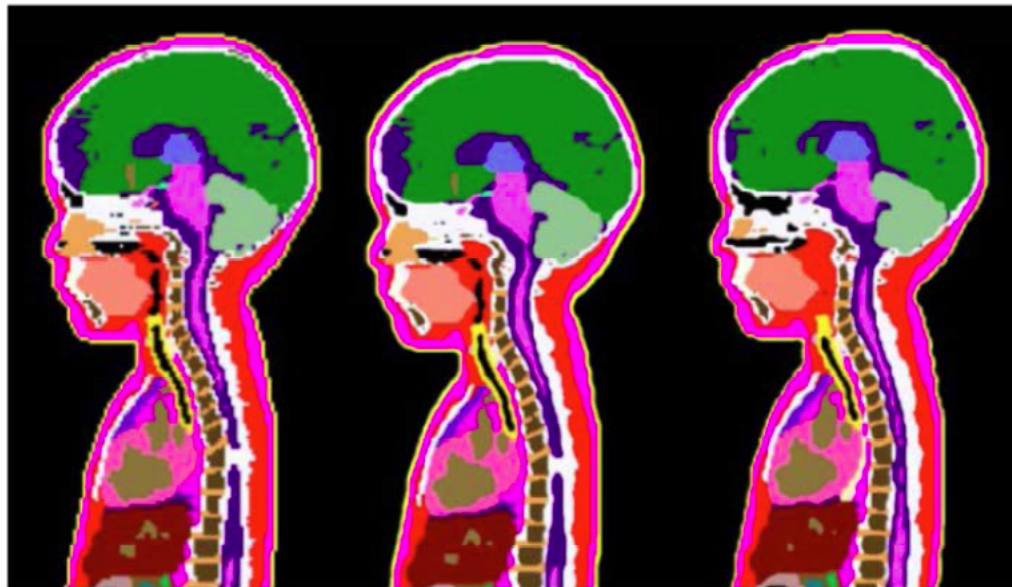
研究課題	H22	H23	H24
人体の電波ばく露量計測技術			
10GHzまでの人体電波ばく露量評価	人体モデル開発 計算環境整備	人体モデル開発 計算機環境拡張	シミュレーション 不確かさ評価
中間周波数帯の人体電波ばく露量評価	人体モデル開発	人体モデル開発・ 計算手法開発	シミュレーション 不確かさ評価
ミリ波帯における人体電波ばく露量評価	人体モデル開発	計算手法開発	シミュレーション 不確かさ評価
生体組織の電規定数データベース	測定装置開発	測定手順検討	測定 不確かさ評価
中間周波数帯電磁界計測技術	センサ改良	センサ改良・ 測定システム開発	測定 不確かさ評価
人体等価アンテナによるSAR計測技術	設計・試作	測定	<del>測定 不確かさ評価</del>
熱量測定によるSAR計測技術	<del>測定 不確かさ評価</del>	熱量計設計・試作	測定 不確かさ評価
電波防護指針適合性評価技術			
適合性評価装置の不確かさ評価	不確かさ評価(人体ファントム等)	不確かさ評価(周波数拡張等)	不確かさ評価(Type-A評価等)
新しい無線システムに対する適合性評価技術	国際標準化(簡易測定方法等)	国際標準化(支持手等)	国際標準化(複数波・変調信号拡張等)

※医学・生物実験のためのばく露装置及びばく露評価はH22で終了

# H24年度の研究成果

# 10GHzまでの人体ばく露評価(1)

- H23年度末に、新しい高速高分解能化アルゴリズム(前処理・処理時間を改善)を開発し、H24年度に2mmから0.5mmに空間分解能を向上させた成人男女・小児モデルを開発。



0. 5mm小児モデル(3歳児)(左)単純拡大、(中)フェアリング法、(右)カーネル密度推定法

# 10GHzまでの人体ばく露評価(2)

- 一様平面波入射時の人体SAR数値シミュレーションを実施し、詳細な人体ばく露量特性を明らかにした。

論文未発表のため、非表示

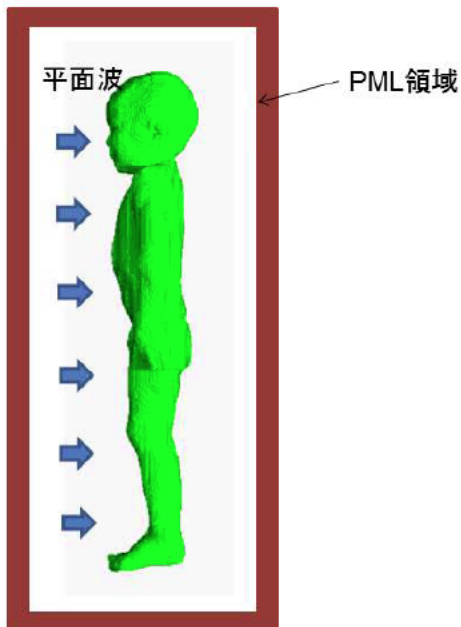
# 10GHzまでの人体ばく露評価(5)

- 人体SAR数値シミュレーションの不確かさ評価を実施した(吸収境界条件・計算周期・電気定数・数値モデル分解能)。

数値人体モデル:

モデル: MRIベースの3歳児モデル

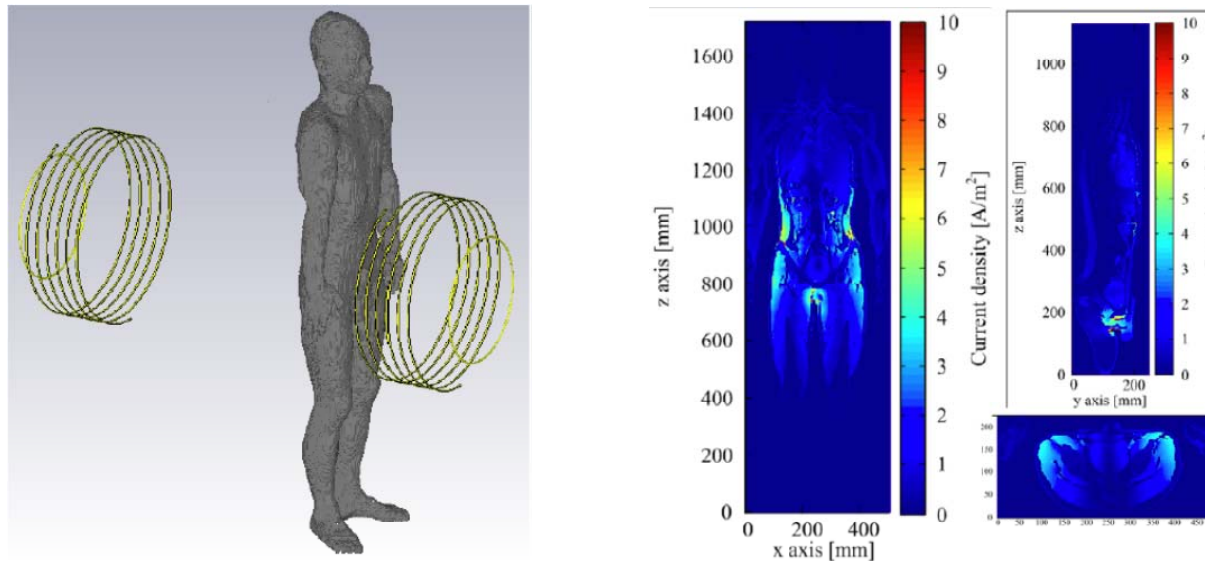
分解能: 0.5 mm(スムージング)



論文未発表のため、非表示

# 中間周波数帯のばく露評価(1)

- 無線電力伝送システム周辺の電磁界への人体ばく露量評価

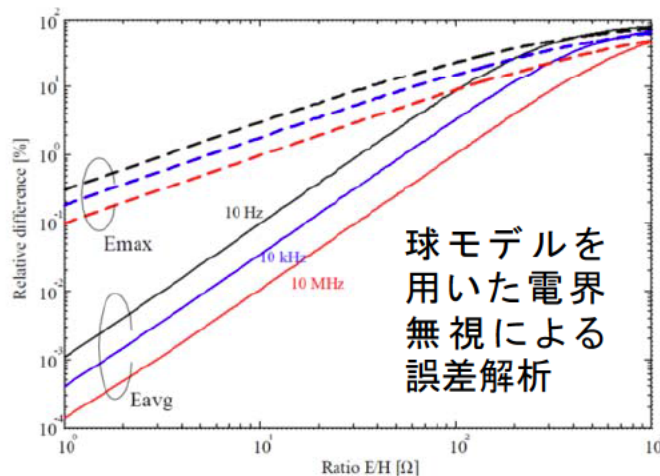


- 10 MHz帯の無線電力伝送システムばく露評価モデルを構築し、近傍電磁界を考慮した体内の誘導量の解析を行った。
- 熱作用を考慮したSARによる基本制限だけでなく、刺激作用を考慮した誘導電界もしくは電流密度の指針値を考慮する必要があることを示した。



# 中間周波数帯のばく露評価(2)

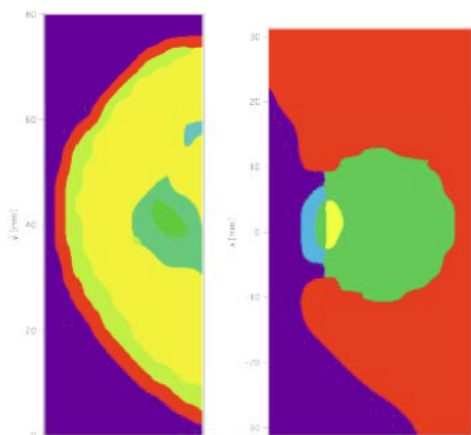
- 人体ばく露量評価の不確かさ評価を実施(波源との位置関係、人体の性別・体型・姿勢・年齢、「実験測定による評価方法」で得られた中間周波帯の電気定数の不確かさ、数値計算手法(モデル分解能、収束誤差、準静近似、**電界無視**)。



論文未発表のため、非表示

# ミリ波帯のばく露評価(1)

- H23年度までに体表組織の空間解像度を0.1mmに向上させた数値人体モデルの開発と数値計算手法について検討を行った。
- H24年度にはミリ波電波ばく露時の人体ばく露量の詳細計算を実施し、ミリ波帯(30GHz以上)における高精度な電波ばく露解析技術を確立した。

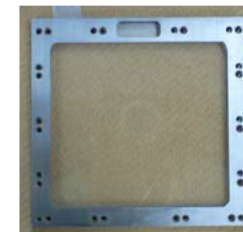
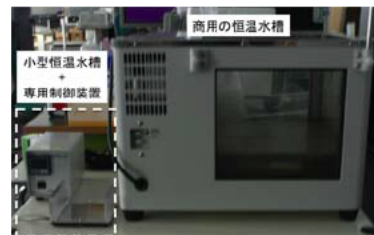
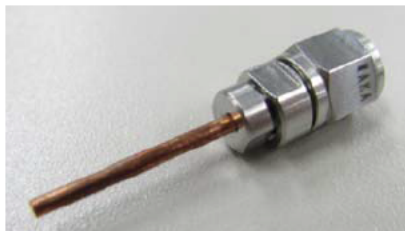
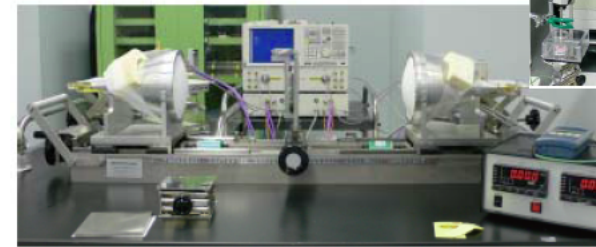


論文未発表のため、非表示

ミリ波帯ばく露評価数値シミュレーション結果。左:数値人体モデル(腕部と眼球)、中:腕部の局所SARの周波数特性右:眼球の局所SARの周波数特性。体表(眼球表面)から10mmの位置に近傍波源(半波長電気ダイポール)。

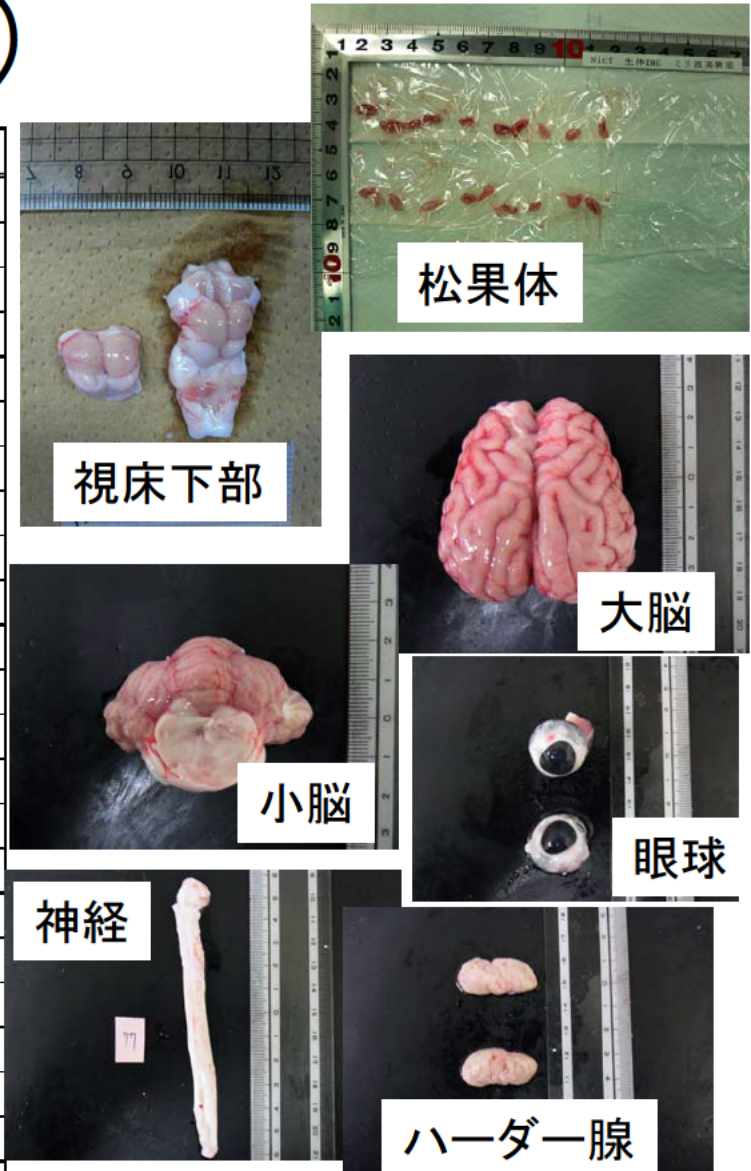
# 生体組織の電気定数データベース(1-1)

- 平成23年度に開発した測定システムと生体試料測定手順を用いて組織・部位・種等の違いを含む100種類以上の生体組織の電気定数測定を実施し、10kHzから100GHzまでの生体組織の電気定数データベースを構築した。
- 本測定に際して、大規模測定に対応するための装置改良や測定手順の検討・改良も行い、測定作業の効率化と信頼性の向上を図った。



# 生体組織の電気定数データベース(1-2)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
1	脳・神経系	眼球	角膜	兎	複数固体
2			強膜		複数固体
3			硝子体		複数固体
4			水晶体		
5			虹彩		複数固体
6			前防水		複数固体
7		ハーダ腺		豚	
8		延髄		豚	
9		座骨神経		豚	
10		神経脊髄		豚	
11		線条体		豚	
12		視神経		豚	
13		大脳	海馬	豚	
14			灰白質		
15			視床下部		
16			松果体		複数固体
17		小脳		豚	
18		大脳		豚	
19		脳脊髄液		豚	複数固体
20		眼球	角膜	豚	複数固体
21			硝子体		複数固体
22			水晶体		
23			前防水		複数固体

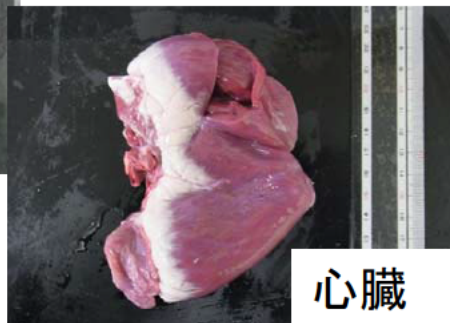


# 生体組織の電気定数データベース(1-3)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
24	呼吸器系	気管		豚	
25		肺		豚	
26		気管		牛	
27		肺		牛	
28	循環器系	心臓		牛	
29		心臓		豚	
30		大動脈		豚	
31		内頸静脈		豚	



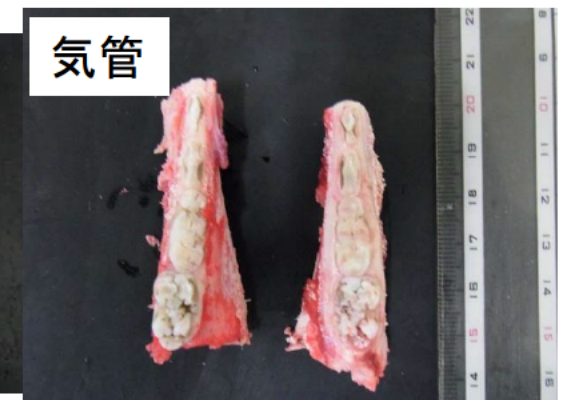
肺



心臓



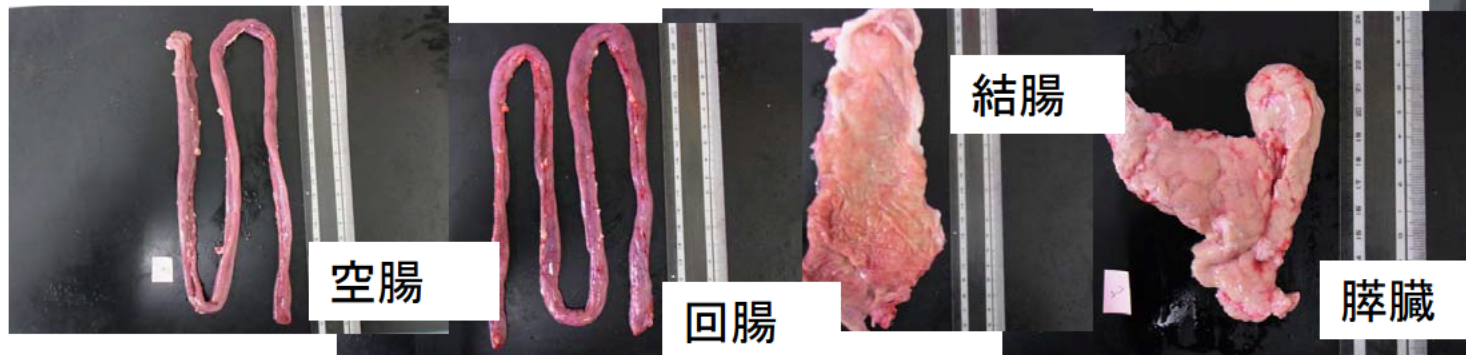
大動脈



気管

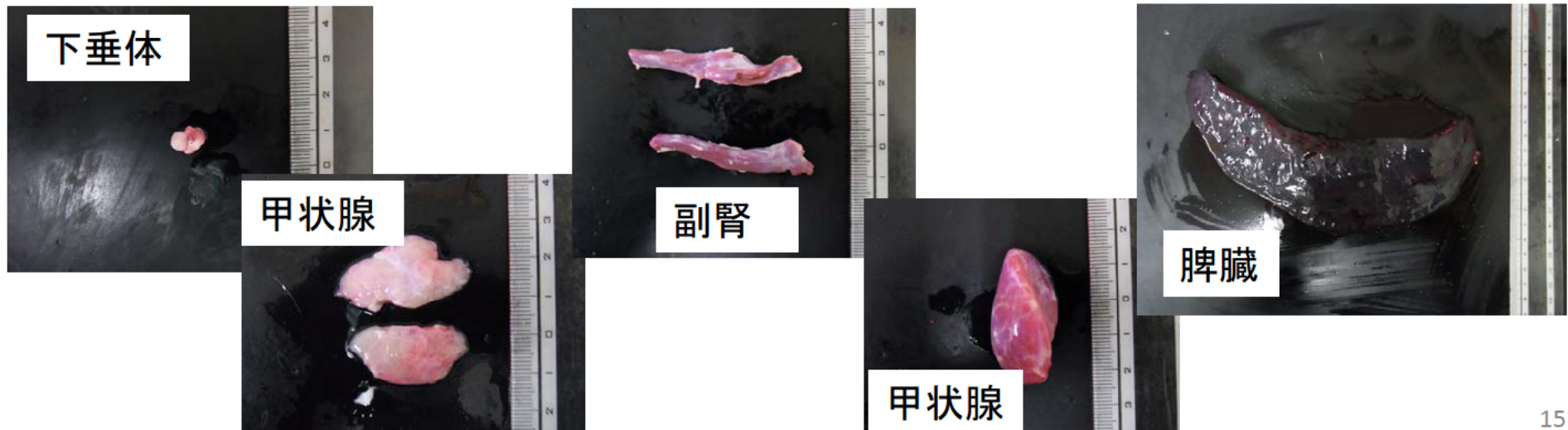
# 生体組織の電気定数データベース(1-4)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
32	消化器系	食道		牛	
33		胃		豚	
34		肝臓		豚	
35		十二指腸		豚	
36		食道		豚	
37		舌		豚	
38		唾液腺		豚	
39		胆のう		豚	
40		膵臓		豚	
41		歯		豚	
42		腸	空腸	豚	
43			回腸		
44			結腸		
45		腸間膜脂肪		豚	



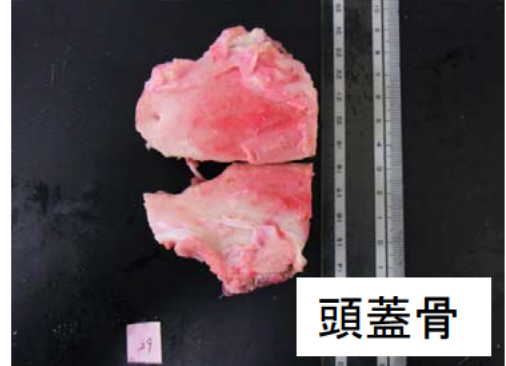
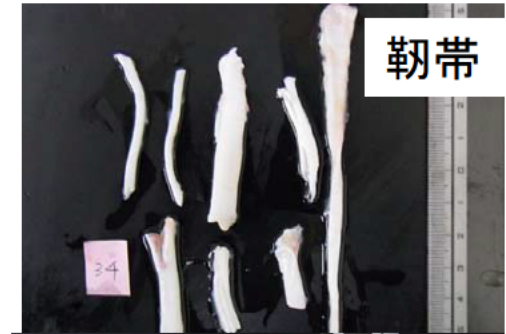
# 生体組織の電気定数データベース(1-5)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
46	内分泌系	下垂体		豚	
47		副腎		豚	
48		副腎		牛	
49	免疫系	胸腺		豚	
50		甲状腺			
51		骨髓			
52		脾臓			



# 生体組織の電気定数データベース(1-6)

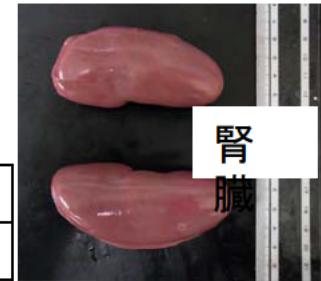
No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考	
53	筋・骨格系	靭帯		豚		
54		軟骨		豚		
55		上腕骨	結合部	豚		
56		頭蓋骨		豚		
57		背骨		豚		
58		肋骨		豚		
59		腱		豚		
60		筋肉		腸腰筋	豚	ヒレ肉
61				僧帽筋		ロース肉
62				広背筋		バラ肉
63				大腿筋		もも肉
64				僧帽筋(肩)		肩ロース肉
65		脊椎		豚		
66		腱		牛		





# 生体組織の電気定数データベース(1-7)

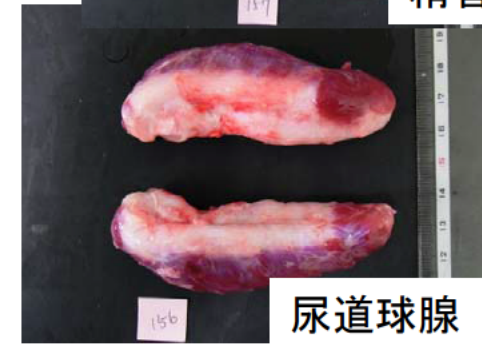
No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
67	泌尿器系	腎臓		豚	
68		膀胱		豚	
69		腎臓		牛	
70	雄生殖器系	陰茎		豚	
71		海綿体			
72		精のう			
73		精液			
74		精管			
75		精巣			
76		精巣上体			
77		前立腺			
78	尿道球腺				



腎臓



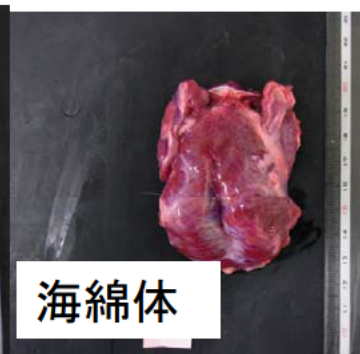
精管



尿道球腺



精のう



海綿体



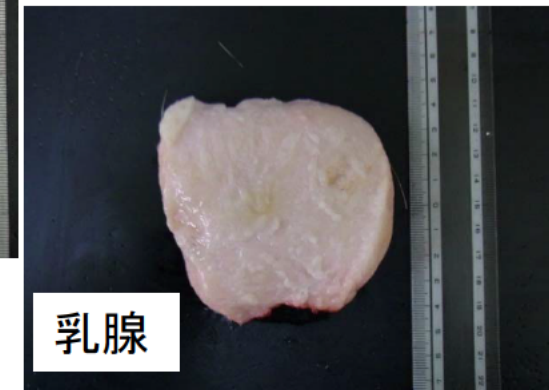
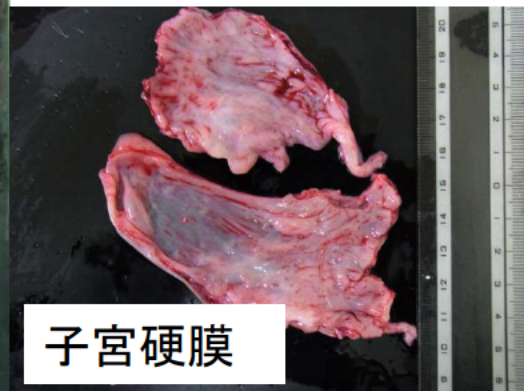
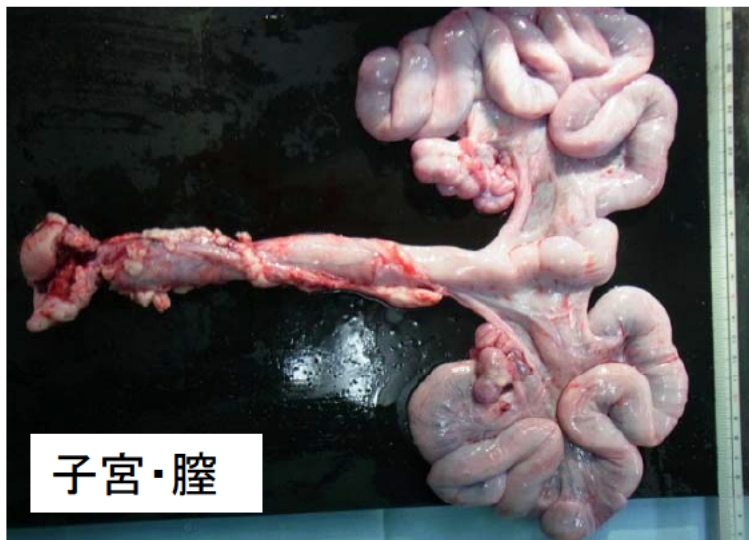
精巣上体



陰茎

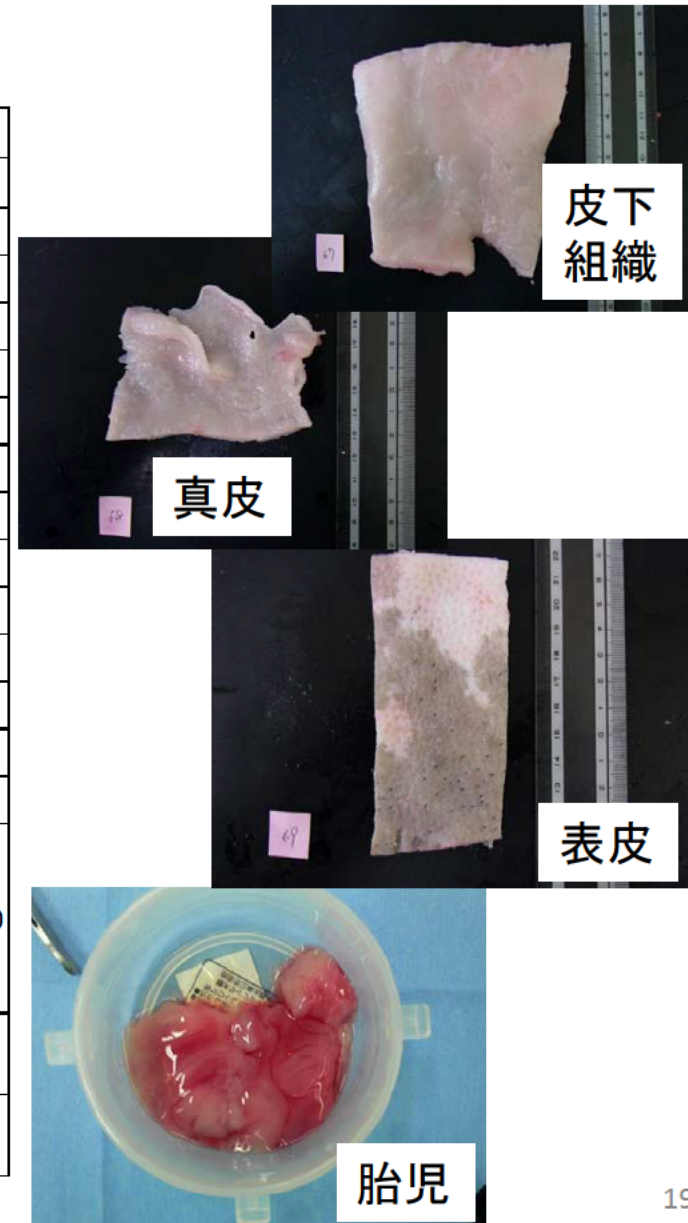
# 生体組織の電気定数データベース(1-8)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考
79	雌生殖器系	子宮部	子宮	豚	
80			子宮間膜		
81			子宮膜		
82			子宮硬膜		
83		卵巣部	卵巣		
84			卵管		
85		膣			
86		乳腺			



# 生体組織の電気定数データベース(1-9)

No.	系	組織名	組織詳細	動物種	備考	
87	その他	横隔膜		豚		
88		耳介		豚		
89		胆汁		豚		
90		内容物	小腸	豚		
91			膀胱(尿)	豚		
92		背部筋層		豚		
93		皮膚		頭部	豚	
94				臀部		
95				腹部		
96				表皮		
97				真皮		
98				皮下組織		
99				皮下脂肪		
100		脂肪		豚		
101	血液			豚	ヘパリンナトリウム 1000 IU/L 混合	
102				牛		
103				羊		
104				馬		
105	胎児	脳	豚	胎児サイズ約 20 cm		
106	生理食塩水			NaCL 4g/L 混合		



# 生体組織の電気定数データベース(1-10)

- データベースは論文投稿および掲載に向けて改良中。
- 測定データをより簡便に利用するためのパラメトリックモデルの最適化法についても検討中。

# 達成状況概要

研究課題	H24年次目標	達成状況
人体の電波ばく露量計測技術		
10GHzまでのばく露量評価	ばく露量計算 不確かさ評価	達成
中間周波数帯ばく露量評価	ばく露量計算 不確かさ評価	達成
ミリ波帯のばく露量評価	ばく露量計算 不確かさ評価	達成
生体組織の電規定数データベース	データベース構築 不確かさ評価	達成
中間周波数計測技術	測定データ取得 不確かさ評価	達成
カロリメーターによるSAR計測技術	装置改良 測定データ取得 不確かさ評価	達成
電波防護指針適合性評価技術		
適合性評価装置の不確かさ評価	装置保守 不確かさ評価	達成
新しい無線システムに対する適合性評価技術	評価手法検討 国際標準化提案	達成