

簡易受託研究報告書

No. 20-00102

依頼者 住 所： 〒594-1144 和泉市テクノステージ 3-1-11
和泉市産業振興プラザ南館 RF205

会社名（氏名）： メディカル・エイド株式会社 様

テーマ名

人体型ファントムを用いた電磁波防護服のシールド特性評価

本テーマに基づき試験研究した結果を下記のとおり報告いたします。

令和元年 7 月 5 日

地方独立行政法人

大阪産業技術研究所 理事長

1. 目的

体表面や体内に取り外すことのできない金属性物質(装飾品や植え込み型医療機器)を有する被験者が MRI 検査を受けようとするとき、検査時の高出力電磁波で金属製物質が加熱され、被験者が熱損傷を受ける場合がある。

依頼者は上記を回避するために、検査時に着用可能な、電磁波を遮蔽できる衣服(MRI プロテクターフィットコート)を開発した。

本研究では、人体型ファントムを用いて数種類の電磁波を様々な角度から照射し、MRI プロテクターフィットコート(以下、供試品)の電磁波遮蔽性能を検証する。

2. 試験方法

図 1、2 に示すように、電氣的に人体に近似できると考えられる物質(0.18wt%食塩水)で満たされた半身模型(以下、人体型ファントム)を、電波全無響室内のターンテーブル上に配置した床面高さ 800mm の発泡スチロール製台上に垂直保持する。

人体型ファントム正面の鉛直方向の中心線上で床面高さ 1430mm の位置(以下、CP と呼ぶ)から床面と平行に 870mm 隔てた位置に送信アンテナを設置する。

送信アンテナから MRI 検査において使用される 64MHz と 128MHz の正弦波を、それぞれ水平偏波と垂直偏波で照射する。このとき増幅器から送信アンテナに最大電力が供給されるように、条件に合わせて信号発生器の出力を調節した。

人体型ファントムは、正面、側面、背面のそれぞれから電磁波入射が可能なように回転させる。それぞれの配置において、等方性電磁界プローブを用いて、表 1 に示す 3 か所の測定位置で供試品の着用前後の電界強度を測定し、式 1 から遮蔽率を計算する。

$$\text{遮蔽率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{着用時の電界強度 (V/m)}}{\text{未着用時の電界強度 (V/m)}} \right) \times 100 \quad (\text{式 1})$$

試験に用いた装置の諸元を表 2 に示す。

6 枚の内 1 枚目

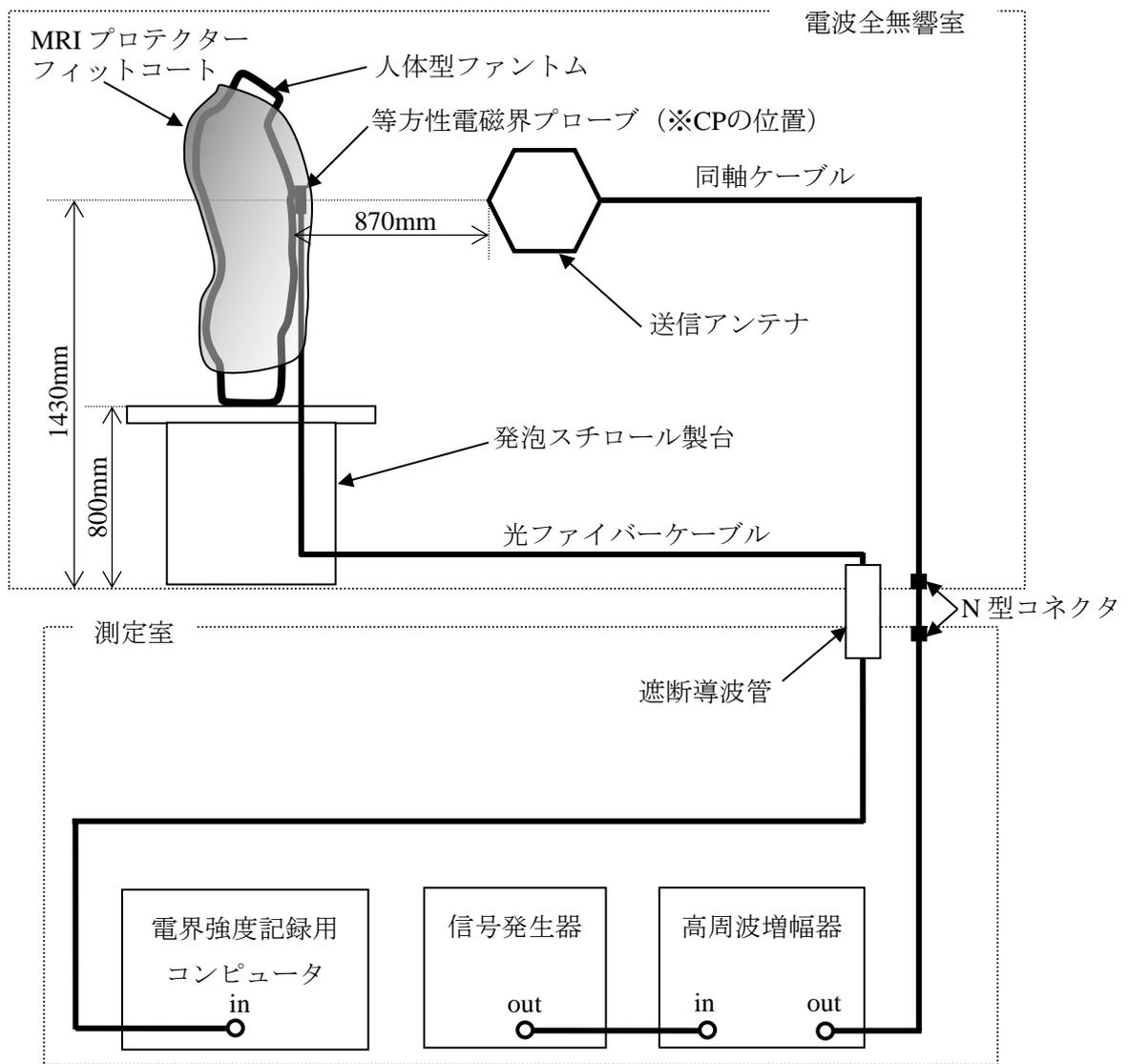


図1 測定系の概観図



図2 電波全無響室内における人体型ファントムと送信アンテナの配置

※プローブ位置は CP-150

表 1 人体型ファントムにおける測定位置

No.	位置	呼称
1	ファントム表面の CP 位置	CP
2	ファントム表面の CP から鉛直上方 150mm	CP+150
3	ファントム表面の CP から鉛直下方 150mm	CP-150

表 2 試験に用いた装置の諸元

装置名	製造会社	型式	特性
信号発生器	Marconi Instruments	2031	出力範囲：10kHz～2.7GHz
高周波増幅器	Instruments For Industry,INC.	Model 423	出力範囲：10kHz～220MHz 定格出力：.300W
等方性電磁界プローブ	NARDA	NBM-520	測定レンジ：0.2～320V/m
送信アンテナ	The Electro-Mechanics Co.	3109	送信範囲：20MHz-300MHz

3. 試験結果

供試品の着用前後における電界強度の測定値と、測定値から計算された遮蔽率を表 3~5 と図 3~5 に示す。ただし、送信アンテナの偏波面を水平は H、垂直は V と略し、送信周波数に続いて記した。

表3 電波照射方向毎の電界強度と遮蔽率

試験品: MRIプロテクター(襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP-150

周波数/偏波面	照射方向	未着用 (V/m)	着用 (V/m)	遮蔽率 (%)
64MHz/H	正面	22.0	0.872	96.0
	側面	44.0	7.30	83.4
	背面	23.6	10.0	57.5
64MHz/V	正面	81.9	2.87	96.5
	側面	147	12.4	91.6
	背面	71.1	1.86	97.4
128MHz/H	正面	35.4	1.28	96.4
	側面	49.5	7.58	84.7
	背面	36.0	7.20	80.0
128MHz/V	正面	48.7	5.21	89.3
	側面	46.8	5.80	87.6
	背面	42.8	2.45	94.3

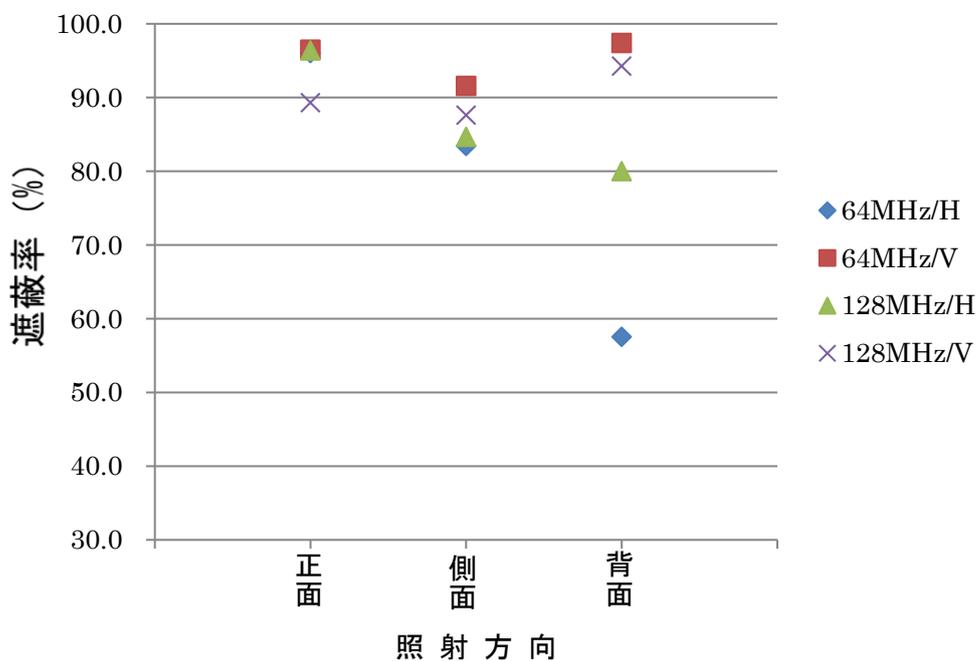


図3 電波照射方向毎の遮蔽率

試験品: MRIプロテクター(襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP-150

表 4 電波照射方向毎の電界強度と遮蔽率

試験品: MRI プロテクター (襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP

周波数/偏波面	照射方向	未着用 (V/m)	着用 (V/m)	遮蔽率 (%)
64MHz/H	正面	23.1	1.39	94.0
	側面	37.7	6.01	84.0
	背面	19.8	11.0	44.7
64MHz/V	正面	85.4	1.48	98.3
	側面	46.5	7.54	83.8
	背面	65.9	13.3	79.9
128MHz/H	正面	27.7	1.41	94.9
	側面	63.2	6.99	88.9
	背面	32.7	11.2	65.6
128MHz/V	正面	117	2.97	97.5
	側面	74.5	6.13	91.8
	背面	99.2	13.1	86.8

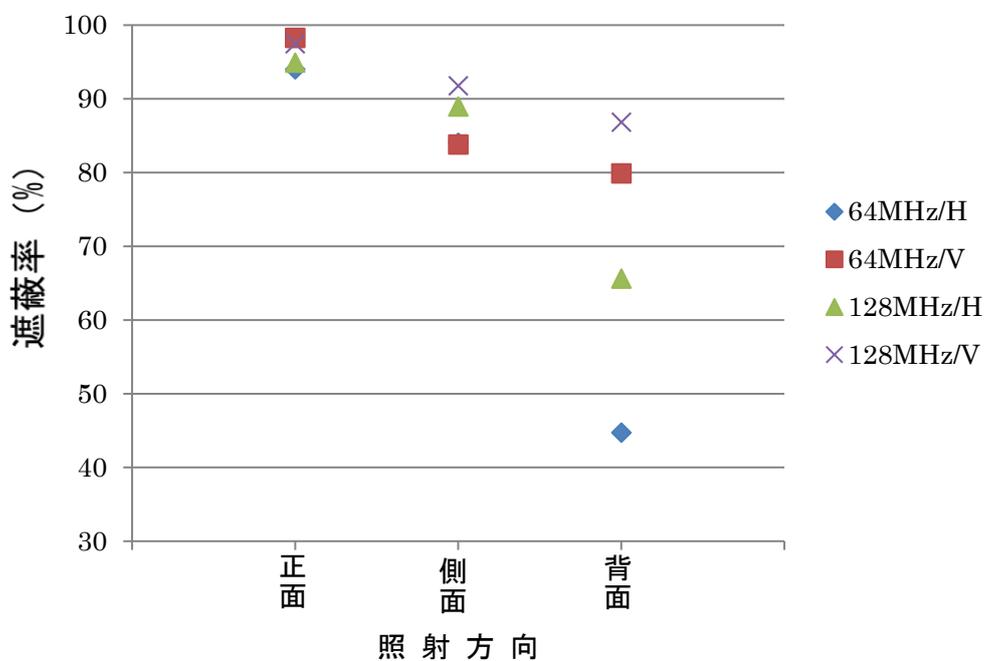


図 4 電波照射方向毎の遮蔽率

試験品: MRI プロテクター (襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP

表 5 電波照射方向毎の電界強度と遮蔽率

試験品: MRI プロテクター (襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP+150

周波数/偏波面	照射方向	未着用 (V/m)	着用 (V/m)	遮蔽率 (%)
64MHz/H	正面	20.7	1.92	90.7
	側面	35.8	3.40	90.5
	背面	26.4	9.87	62.6
64MHz/V	正面	159	1.42	99.1
	側面	67.2	7.96	88.2
	背面	62.4	22.2	64.4
128MHz/H	正面	22.5	1.32	94.1
	側面	65.8	5.19	92.1
	背面	51.4	12.6	75.5
128MHz/V	正面	191	2.69	98.6
	側面	116	7.61	93.4
	背面	86.3	20.9	75.8

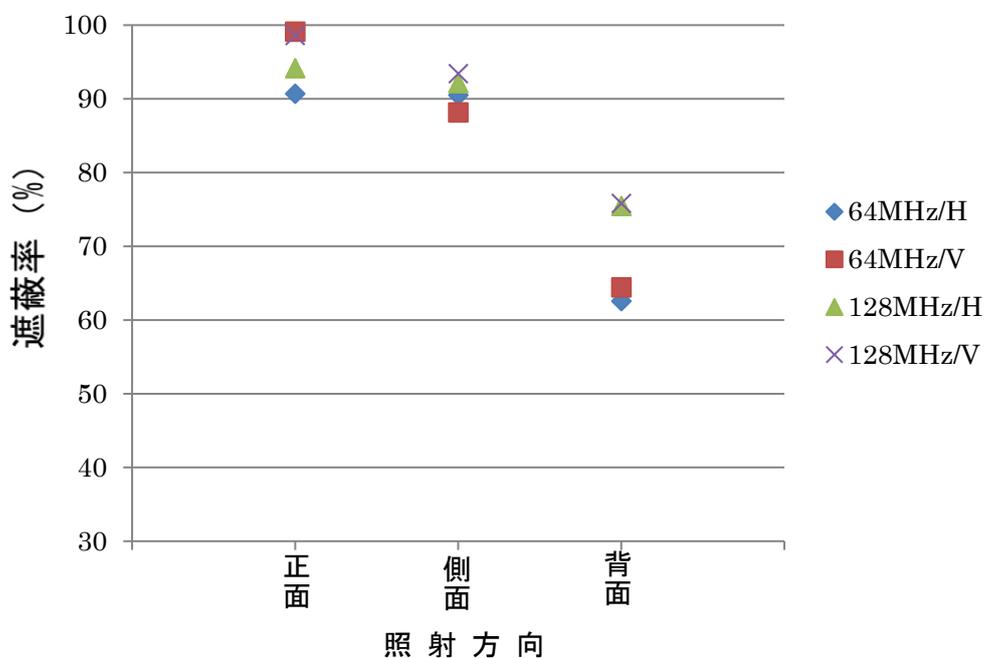


図 5 電波照射方向毎の遮蔽率

試験品: MRI プロテクター (襟付)

等方性電磁界プローブ位置: CP+150

MRIプロテクター電磁シールド性能のまとめ

CP = 人体型ファントム正面の鉛直方向の中心線上で床面高さ1430mm、平行に870mmの位置に送信アンテナをセットし、正面、側面、背面、高さを±150mmの位置で電界強度を測定し、各々の遮蔽率と平均値を出しています。※電磁波暴露のガイドラインは全身のSARを対象にしているので平均値より近いデータである。

64MHz 1.5TのMRIで使用されている周波数における遮蔽効果

周波数/H(水平偏波)・V(垂直偏波)	等方性電磁界プローブのCP中心からの位置	防護服未着用時電波強度 (V/m)	防護服着用時電波強度 (V/m)	遮蔽率 (%)	平均遮蔽率 (%)
64MHz/H	正面 (-150mm)	22	0.872	96.04%	87.09%
64MHz/H	側面 (-150mm)	44	7.3	83.41%	
64MHz/H	背面 (-150mm)	23.6	10	57.63%	
64MHz/V	正面 (-150mm)	81.9	2.87	96.50%	
64MHz/V	側面 (-150mm)	147	12.4	91.56%	
64MHz/V	背面 (-150mm)	71.10	1.86	97.38%	
64MHz/H	正面 (±0mm)	23.10	1.39	93.98%	80.73%
64MHz/H	側面 (±0mm)	37.70	6.01	84.06%	
64MHz/H	背面 (±0mm)	19.80	11.00	44.44%	
64MHz/V	正面 (±0mm)	85.40	1.48	98.27%	
64MHz/V	側面 (±0mm)	46.50	7.54	83.78%	
64MHz/V	背面 (±0mm)	65.90	13.30	79.82%	
64MHz/H	正面 (+150mm)	20.70	1.92	90.72%	82.59%
64MHz/H	側面 (+150mm)	35.80	3.40	90.50%	
64MHz/H	背面 (+150mm)	26.40	9.87	62.61%	
64MHz/V	正面 (+150mm)	159.00	1.42	99.11%	
64MHz/V	側面 (+150mm)	67.20	7.96	88.15%	
64MHz/V	背面 (+150mm)	62.40	22.20	64.42%	

128MHz 3TのMRIで使用されている周波数における遮蔽効果

周波数/H(水平偏波)・ V(垂直偏波)	等方性電磁界プローブのCP中心からの位置	防護服未着用時電波強度 (V/m)	防護服着用時電波強度(V/m)	遮蔽率 (%)	平均遮蔽率 (%)
128MHz/H	正面 (-150mm)	35.40	1.28	96.38%	88.71%
128MHz/H	側面(-150mm)	49.50	7.58	84.69%	
128MHz/H	背面(-150mm)	36.00	7.20	80.00%	
128MHz/V	正面 (-150mm)	48.70	5.21	89.30%	
128MHz/V	側面(-150mm)	46.80	5.80	87.61%	
128MHz/V	背面(-150mm)	42.80	2.45	94.28%	
128MHz/H	正面 (±0mm)	27.70	1.41	94.91%	87.60%
128MHz/H	側面(±0mm)	63.20	6.99	88.94%	
128MHz/H	背面(±0mm)	32.70	11.20	65.75%	
128MHz/V	正面 (±0mm)	117.00	2.97	97.46%	
128MHz/V	側面(±0mm)	74.50	6.13	91.77%	
128MHz/V	背面(±0mm)	99.20	13.10	86.79%	
128MHz/H	正面 (+150mm)	22.50	1.32	94.13%	88.26%
128MHz/H	側面(+150mm)	65.80	5.19	92.11%	
128MHz/H	背面(+150mm)	51.40	12.60	75.49%	
128MHz/V	正面 (+150mm)	191.00	2.69	98.59%	
128MHz/V	側面(+150mm)	116.00	7.61	93.44%	
128MHz/V	背面(+150mm)	86.30	20.90	75.78%	