

20020305

厚生労働科学研究研究費補助金

障害保健福祉総合研究事業

ペースメーカー装着者の就労や社会参加の促進に向けた高周波電磁波干渉における誤動作防止用電磁波防護服の開発及び利用に関する研究

平成 14 年度 総括研究報告書

主任研究者 岡本 允夫

平成 15 (2003) 年 4 月

目 次

I. 総括研究報告

ペースメーカー装着者の就労や社会参加の促進に向けた高周波電磁波干渉 における誤動作防止用電磁波防護服の開発及び利用に関する研究	----- 1
岡本 允夫	

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）

総括研究報告書

ペースメーカー装着者の就労や社会参加の促進に向けた高周波電磁波干渉における
誤動作防止用電磁波防護服の開発及び利用に関する研究

主任研究者 岡本 允夫 近畿大学工学部教授

研究要旨

植込み型心臓ペースメーカー装着患者の増加にともない、外部からの電磁的要因による心臓ペースメーカーの誤動作が社会問題化している。中でも、近年急増した移動体無線機器等によく用いられる振幅の大きなマイクロ波は、心臓ペースメーカー内部の防御機構だけでは抑制できない。このようなマイクロ波を患者の体表面で抑制するための電磁波防護服が従来より提案されているが、誤動作防止効果の詳細な報告は見あたらない。本研究では、開発途上の電磁波防護服（商品名：MG ベスト）の性能を様々な角度から評価することにより、誤動作防止効果の優秀性を確認したので報告する。

森本大成・大阪医科大学・助手
得丸智弘・大阪医科大学・研究員
松本元一・大阪府立産業技術総合研究所・研究員
田中健一郎・大阪府立産業技術総合研究所・研究員
松井英樹・株式会社フリージア・代表取締役

A. 研究目的

植込み型心臓ペースメーカー（以下、PM）は、心筋梗塞等様々な要因から生じる不整脈の治療に多く用いられ、日本国内では平成12年時点で約40万人の装着者があり、毎年約2万5千人の割合で増加している。近年、Demand型とよばれる患者の心拍を検知して刺激パルスを制御するのが主流となっているが、Demand型は心筋が発する微弱な電気信号を検出しており、またprogrammingやtelemetryのための送受信コイルを内蔵していることもあり、外部からの電磁的要因によって誤動作を起こすことがある。誤動作が起ると、患者には心拍異常が発生し、場合によっては失神発作に到ることもある。

PM内部には、誤動作を防止するための様々な防御機構が備えられている。例えば、Generatorを金属容器に密閉封入する電磁シールドや、双極のペーシングリードを用いることによる電界、磁界

シールド、過大入力保護ダイオードやバンドパスフィルタによるノイズ除去、不応答期間を設ける等のソフトウェア的処置などである。しかし、外部ノイズの強度が大きく防御機構の限界を上回る場合や、ノイズの周期が心拍数に近い場合、また、PMをprogramming modeに変更するための静磁界に対しては、防御機構が完全には動作せず誤動作が生じる。このような誤動作事例は頻繁に報告されている。

そこで本研究では、近年、使用頻度が急増した移動体無線機器等から発生する振幅の大きなマイクロ波によるPMの誤動作に注目し、このような妨害波を患者の体表面で抑制することにより、PM内部の防御機構と連携して、誤動作を完全に防止することができる防護服の開発を目的とする。本研究の成果は、PM植込み患者数の増加とともに社会問題化してきたPM誤動作問題に対応できるものであり、国民の保健・医療・福祉の向上に対して大きく貢献するものと考えられる。

B. 研究方法

B-1 実機における電磁干渉試験

PMの誤動作現象を確認するために、以下の試

験を行った。

(ア) 全自動麻雀卓による PM 電磁干渉試験

図 1 に示す Werner Irnich 考案による生体モデル内に、刺激レート 75ppm に設定した AAI 型心臓ペースメーカーを組み込む。ページングリードには、電磁干渉に対して脆弱とされる単極リードを用いる²⁾。また、PM の Generator 部分に検出線を接続し、外部から PM の動作を観察できるようにする。リード先端の直上 1cm の位置に同心円状電極を配置し、信号発生器より 100ppm の擬似心拍を出力できるようにする。擬似心拍の振幅は PM の最小感知レベルの 2 倍とする。この装置(以下、イルニツヒファントム)を干渉源の任意位置に配置し以下の 2 試験を行った。

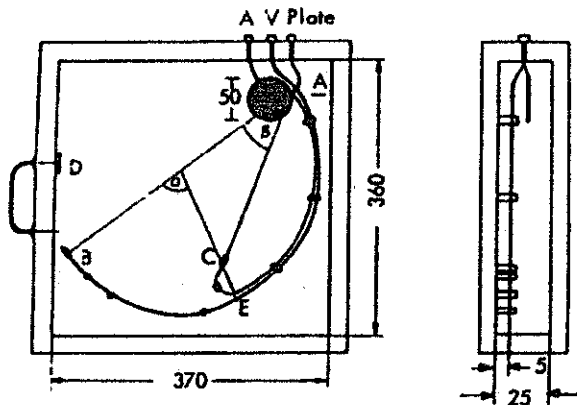
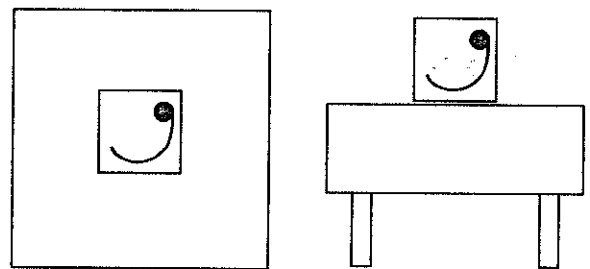


図 1 Irnich モデル

- (1) 抑制試験：擬似心拍信号を入力せず、PM が設定レートで刺激パルスが発生している状態で干渉源に接近させ、PM の動作を 20 秒以上観察し、この期間内にパルスの抑制、あるいはパルス間隔の顕著な延長が 1 パルスでも認められ、しかも再現性があった場合に干渉を受けたと判定する。
- (2) 非同期試験：擬似心拍信号を入力し、PM が信号を感知しながら刺激パルスを抑制している状態で干渉源に接近させ、PM の動作を 20 秒以上観察し、この期間内にパルスの発生が 1 パルスでも認められ、しかも再現性があった場合に干渉を受

けたと判定する。

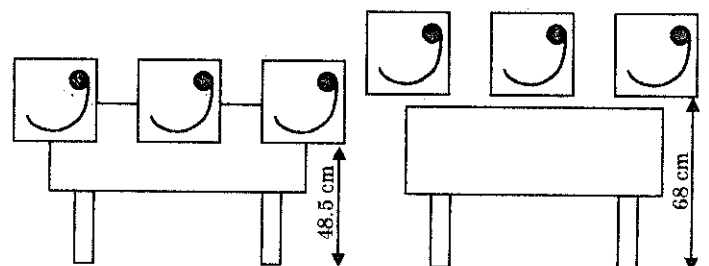
実験に先だって、動作中の全自動麻雀卓の周囲をループコイルで探索したところ、卓の横側四面で漏洩電磁波がほぼ対象的に分布することが確認されたため、イルニツヒファントムの設置位置は卓の任意の横面および卓上とした。卓上での配置は、図 2 に示すように卓の上面中央位置に距離 1cm を隔てて平行に寝かせる位置 (Top Lay) と垂直に立てる位置 (Top Stand) とした。また、任意の横面では、図 3、4 に示すように卓の中心に向かって左側 (Left)、中央 (Center)、右側 (Right) の位置で、高さは床 48.5cm の位置 (Low) と床上 68cm の位置 (High) とし、PM の Generator とリードから構成される面は、それぞれの位置で卓の横面と平行 (Parallel) および垂直 (Vertical) の向きとした。いずれの位置でも、卓の横面とイルニツヒファントムとの距離は 1cm とした。



Top Lay Position
(top view)

Top Stand Position
(side view)

図 2 卓の上面におけるファントム設置位置



Left, Center, Right Low
Position

Left, Center, Right High
Position

図 3 卓の横面におけるファントム設置位置 (side view)

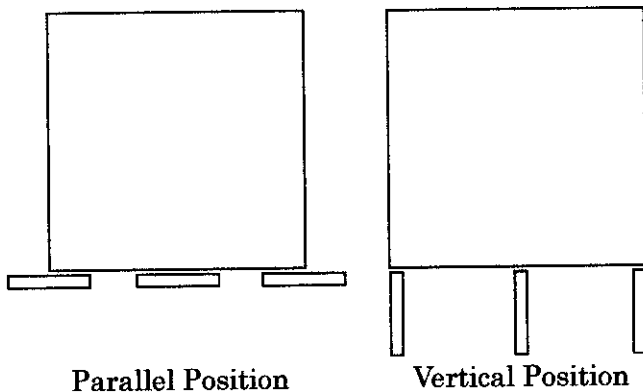


図4 卓の横面におけるファントム設置位置 (top view)

(イ) ゲート型凶器探知機による PM 電磁干渉試験

図5に示すように、内部に人体等価物質として0.18%食塩水を満たした実物大半身模型内に、刺激レート75ppmに設定したAAI型心臓ペースメーカーを組み込む。Generatorは実際のペースメーカー植込み位置を考慮して、左鎖骨下、表面から約3cm体内側に設置し、ペーシングリードには電磁干渉に対して脆弱とされる単極リードを用いる。リードは、電磁干渉を被りやすくするためにGeneratorとリードから構成される面の面積ができるだけ大きくなるように配置する。リード先端の直上1cmの位置に同心円状電極を配置し、100ppmの擬似心拍信号を供給できるようにする。信号の振幅はPMの最小感知レベルの2倍とした。この装置(以下、物理ファントム)とイルニツヒファントムとを、ゲート型凶器探知機の任意位置に配置して、抑制試験と非同期試験を行った。

ゲート型凶器探知機は、2つの支柱と1つの天板で構成され、一方の支柱に送信アンテナ、もう一方の支柱に受信アンテナが設けられている。実験に先だって、ループアンテナを用いて漏洩電磁波を走査したところ、送信アンテナの設けられた支柱付近(送信側支柱)において大きな電磁波が観測されたため、この支柱周囲の任意位置をファントムの設置位置とした。イルニツヒファントムの設置位置は、ゲート内側では、入り口手前

(Entrance)、入り口中(Entrance inner)、中央(Center)、出口中(Exit inner)、出口外(Exit)とし、高さは床上0cmの位置(Low)、床上56cmの位置(Middle)、床上112cmの位置(High)とし、PMのGeneratorとリードが作る面は、それぞれの位置で送信側支柱と平行(Parallel)および垂直(Vertical)の向きとした。いずれの位置でも、送信側支柱とイルニツヒファントムとの距離は1cmとした。また、ゲートの外側でも内側における試験位置と対象の位置で試験を行った。物理ファントムの設置位置は、ゲートの内側のみとし、入り口手前、中央、出口外とし、高さはGeneratorが床上130cmに位置するようにした。身体の向きは、送信側支柱と平行および垂直とした。Generatorと送信側支柱との距離は、平行の場合は17cm、垂直の場合は12cmであった。それぞれのファントムの代表的な設置位置を図6、7に示す。ゲート型凶器探知機の送信出力は調節可能であったため、通常使用状態と最大出力状態で試験を行った。

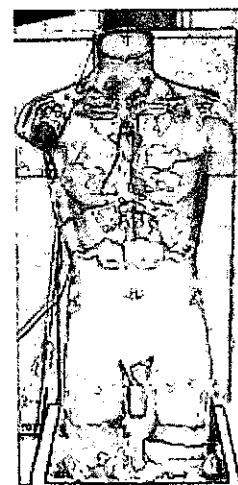


図5 物理ファントム



図6 イルニツヒファントム設置位置
(Exit-Middle-Vertical Position)

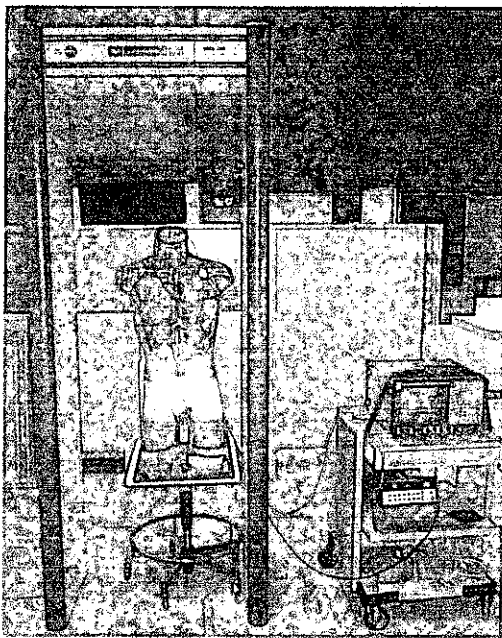


図7 物理ファントム設置位置
(Center -Vertical Position)

B-2 防護服衣料材の電磁波遮蔽性能の評価

防護服衣料材の電磁波遮蔽性能を評価するために、以下の試験と数値解析を行った。

(ア) 近傍電界遮蔽率の測定

図8に示すように、KEC法の電界用アンテナを

空気中で距離4mmを隔てて対向させ、信号発生器より100kHzから1GHzまでの正弦波を送信アンテナに供給し、受信アンテナに現れる電圧をスペクトラムアナライザで観測する。アンテナ間に試料を挿入し、挿入前後の受信電圧の比から電界遮蔽率を求める。

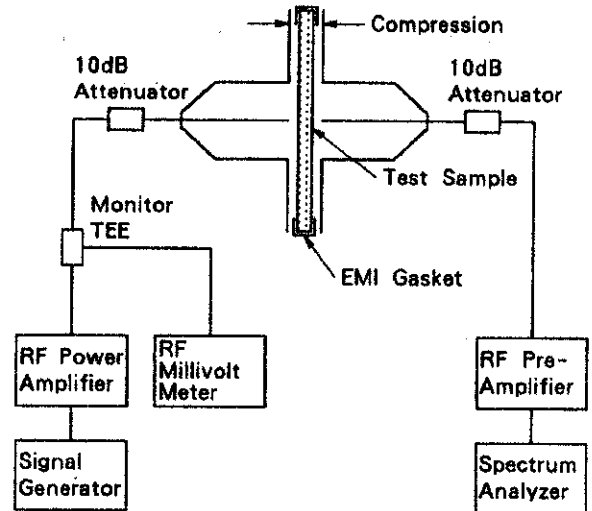


図8 近傍電界遮蔽率の測定系

(イ) 遠方界電磁波反射率の測定

図9に示すように60cm×60cmの大きさに裁断した試料を、60cm×60cm×5cmの発泡スチロール板に貼付し、電波暗室内に設置された高さ80cmの発砲スチロール製台上に垂直に固定する。試料面から水平距離180cm離れた位置に、試料への電波の入射角度が15度になるように送信アンテナを高さ110cmに設置し、これと対照位置に受信アンテナを設置する。送受信アンテナにはダブルリジッドガイドアンテナを用い、偏波面は床面反射の影響が小さい垂直偏波を用いる。信号発生器より3GHzから9GHzまでの正弦波を、増幅器を経由して送信アンテナに供給し、受信アンテナより得られた反射波の信号をスペクトラムアナライザで観測する。試料を配置したときの受信電圧と、同面積の金属板を配置したときの受信電圧の比から反射率を求める。

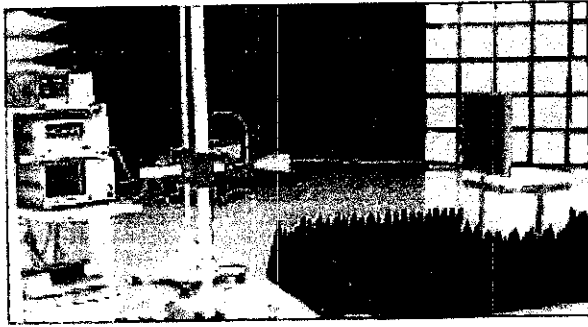


図9 遠方界電磁波反射率の測定系

(ウ) 実機におけるPM誤動作防止試験

全自動麻雀卓およびゲート型凶器探知機の周囲で、PMの電磁干渉が特に大きく認められた位置（全自動麻雀卓ではLow-Right-Parallel位置、ゲート型凶器探知機ではExit inner・Middle・Parallel位置（図10））において、イルニツヒファントムを防護服衣料材で覆い、抑制試験および非同期試験を行った。

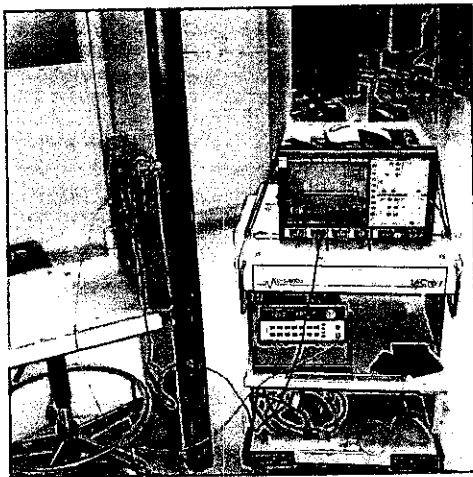


図10 ゲート型凶器探知機における設置位置

(エ) 数値解析

直径26cmの直立無限長円柱に防護服衣料材を貼付した場合の電磁波遮蔽率を数値解析から求めた。円柱内部の導電率は、IEEE SCC-34/SC-2 (P.1528)のHead tissue dielectric parametersを参考に、60Hz、800Hzにおいては0.6S/m、835MHzにおいては0.97S/mとした。また、防護

服衣料材の厚みは0.8mmとし、導電率は、伝達インピーダンス法における実測値から推定して3000S/mとした。

B-3 防護服衣料材の耐環境性の評価

防護服衣料材の耐環境性を評価するために、試料から切り出した試験片の電磁遮蔽率を耐環境性試験（40℃、95%の大気中に280時間暴露）の前後で測定した。電磁遮蔽率の測定は、KEC法による近傍電界遮蔽率測定（試験片は200mm×200mmの正方形）およびアドバンテスト(TEM)法による遠方界電磁波遮蔽率測定（試験片は150mm×50mmの長方形）の2種類を実施した。

B-4 防護服の電磁波暴露における温度上昇性の評価

防護服の電磁波暴露における温度上昇性を評価するために、図11に示すように物理ファントムに綿素材の半袖アンダーシャツを着用させた上にMGベストを着用させ、胸と両脇の位置に銅-コンスタンタン熱電対を貼付する。その上に綿素材からなる長袖ポロシャツを着せる。この装置を電波全無響室内に設置し、水平距離1m隔てた位置に設置されたパイログアンテナより、1GHzの正弦波を10分間照射したときの温度上昇を観察する。放射波の電界強度は、物理ファントム前面で30V/mとし、水平と垂直の両偏波を用いた。防護服には、ボタン無し袖付のものとボタン有り袖無のものの2種類を用いた。



図11 温度上昇試験用の物理ファントム

B-5 防護服の着用状態における電磁波遮蔽性能の評価

防護服の着用状態における電磁波遮蔽性能を評価するために、以下の試験を行った。物理ファントムの鎖骨中央から 120mm 下方、肋骨中心の 90mm 体内側に、ループ径 6mm の 1 ターンコイルを設置する。物理ファントム前面から水平距離 3m 隔てた点に設置されたパイログアンテナより 20MHz~1500MHz の正弦波を照射し、ループコイルに誘起される電圧をネットワークアナライザで観測する。放射波には水平と垂直の両偏波を用い、ループコイル面の向きは放射波の偏波方向に垂直とした。物理ファントムに表 1 に示す 8 種類の防護服を着用させたときのループコイルに誘起される電圧を測定し、着用前後の電圧比から遮蔽効果を求める。また、各々の防護服の直流における表面低効率を、防護服が PM の Generator 部分を覆う位置の表面で測定した。

表 1 電磁波遮蔽性能の評価に用いた防護服の種類

番号	袖	ボタン位置	首回り寸法	購入時期	使用状態	洗剤種類 洗濯回数
002	無	両脇	標準	未使用		
003	有	ボタン無	標準	未使用		
004	無	両脇	狭い	未使用		
006	無	両脇	広い	未使用		
Used 1	無	正面	標準	1999.12	毎日着用	モノゲン 月 2 回
Used 2	無	正面	標準	1999.03	毎日着用	モノゲン 月 2 回
Used 3	無	正面	標準	1998.09	隔日着用	不明
Used 4	無	正面	標準	2001.05	毎日着用	石鹸 月 1 回

B-6 防護服の着用状態におけるPM誤動作防止効果の評価

防護服の着用状態における PM 誤動作防止効果を評価するために、以下の試験を行った。物理ファントムから水平距離 50cm 隔てた位置にパイログアンテナを設置し、妨害波として移動体無線機器等を考慮し、800MHz の搬送波を 60Hz でパル

ス変調した信号を、増幅器を経由して供給する。パイログアンテナの高さは Generator と同じ高さとし、偏波面は、数値解析から防護服の遮蔽性能が小さいと考えられる水平偏波を用いた。また、供給電力は PM が非同期パルスを発生させ得る最小電力とした。PM が擬似心拍信号を感知しながら刺激パルスを抑制している状態で、物理ファントムに表 2 に示す 9 種類の防護服を着用させた後、妨害波を照射する。PM の動作を 20 秒以上観察し、この期間内にパルスの発生が 1 パルスでも認められ、しかも再現性があった場合に干渉を受けたと判定する。

表 2 PM 誤動作防止効果の評価に用いた防護服の種類

番号	袖	ボタン位置	首回り寸法	購入時期	使用状態	洗剤種類 洗濯回数
002	無	両脇	標準	未使用		
003	有	ボタン無	標準	未使用		
004	無	両脇	狭い	未使用		
006	無	両脇	広い	未使用		
Used 1	無	正面	標準	1999.12	毎日着用	モノゲン 月 2 回
Used 2	無	正面	標準	1999.03	毎日着用	モノゲン 月 2 回
Used 3	無	正面	標準	1998.09	隔日着用	不明
Used 4	無	正面	標準	2001.05	毎日着用	石鹸 月 1 回
Used 5	無	正面	標準	2002.04	週に 2~4 日	アタック 月 1 回

C. 研究結果

B-1 実機における電磁干渉試験

(ア) 全自動麻雀卓による PM 電磁干渉試験

電磁干渉が認められたのは、Top Lay、Top Stand、Low-Center-Parallel、Low-Right-Parallel の位置であり、Low-Center-Parallel 位置以外では EMI Protection mode に移行した。Low-Right-Parallel 位置で離隔距離を徐々に大きくしていくと、4cm になったところで EMI Protection mode は解除されたが、抑制試験、非同期試験とも電磁干渉が認められた。5cm にすると電磁干渉は認められなくなった。

(イ) ゲート型凶器探知機による PM 電磁干渉試験

物理ファントムに組み込まれた PM は、いずれの位置においても電磁干渉は認められなかった。イルニツヒファントムに組み込まれた PM は、ゲート型凶器探知機の送信出力を最大にした場合、ゲート内側の Entrance inner - Low - Parallel、Exit inner - Middle - Vertical の位置で非同期試験において干渉が認められ、Exit inner - Low - Parallel、Exit inner - Middle - Parallel、Exit inner - High - Parallel の位置では支柱との距離 1cm のとき EMI Protection mode となり、距離 2cm にすると EMI Protection mode は解除されるが、非同期試験で干渉が起こった。距離 4cm まで離すと干渉は認められなくなった。

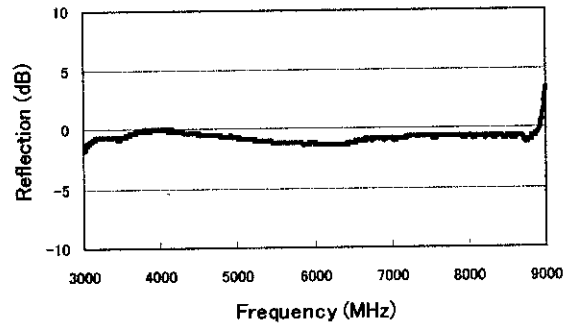


図 13 防護服衣料材の遠方界電磁波反射率

B-2 防護服衣料材の電磁波遮蔽性能の評価

(ア) 近傍電界遮蔽率の測定

図 12 に示すとおり、防護服衣料材 1 枚で 24dB、2 重で 36dB、3 重で 48dB、4 重で 61dB の遮蔽率が得られた。

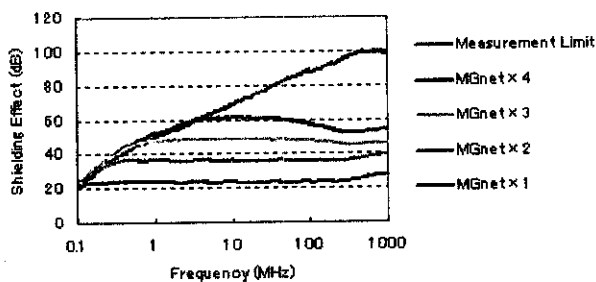


図 12 防護服衣料材の近傍電界遮蔽率

(イ) 遠方界電磁波反射率の測定

図 13 に示すとおり、測定周波数範囲の大部分において反射率は-1.8dB 以上であり、基準の金属板とほぼ同等の電磁波反射性能を得た。

(ウ) 実機における PM 誤動作防止試験

抑制試験、非同期試験とも電磁干渉が認められた全自動麻雀卓の Low-Right-Parallel 位置、離隔距離 4cm において、イルニツヒファントムに防護服衣料材を均一に被せて試験を行ったが、電磁干渉に変化はなかった。

EMI Protection mode が認められたゲート型凶器探知機の Exit inner - Middle - Parallel 位置、離隔距離 1cm において、イルニツヒファントムに防護服衣料材 4 重を均一に被せて試験を行ったところ、EMI Protection mode が解除された。しかし、非同期試験において電磁干渉が認められた。非同期試験で電磁干渉が認められたゲート型凶器探知機の同位置、離隔距離 3cm において、イルニツヒファントムに防護服衣料材 4 重を均一に被せて試験を行ったところ、電磁干渉が認められなくなった。

(エ) 数値解析

結果を表 3 に示す。

表 3 防護服衣料材の電磁波遮蔽率 (計算値)

周波数	60Hz		800Hz		835MHz	
	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
遮蔽率 (dB)	0	110	1	120	3600	3600

B-3 防護服衣料材の耐環境性の評価

KEC法を用いた近傍電界遮蔽率の測定では、図14に示すように暴露前後における遮蔽率の差は最大1.82dBであり、常温・常湿に置かれた対照群の遮蔽率のばらつきが最大2.88dBであることから、暴露前後における試料の近傍電界遮蔽率の差は顕著とはいえず、シールド劣化は認められない。また、アドバンテスト(TEM)法を用いた遠方界電磁波遮蔽率の測定では、図15に示すとおり暴露前後における遮蔽率の差は最大1.06dBであり、常温・常湿に置かれた対照群の遮蔽率のばらつきが最大2.14dBであることから、暴露前後における試料の遠方界電磁波遮蔽率の差は顕著とはいえず、シールド劣化は認められない。

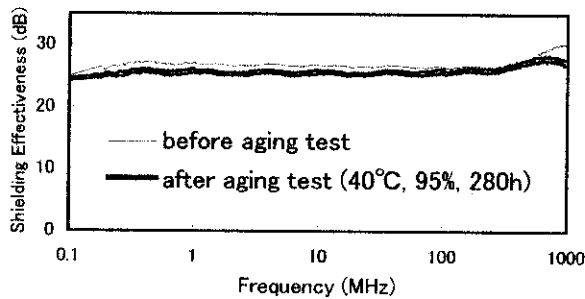


図14 防護服衣料材の暴露前後における近傍電界遮蔽率 (KEC法)

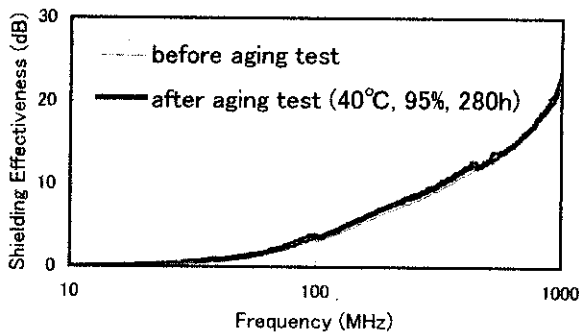


図15 防護服衣料材の暴露前後における遠方界電磁波遮蔽率 (アドバンテスト(TEM)法)

B-4 防護服の電磁波暴露における温度上昇性の評価

図16、17に示すとおり、胸、両脇のいずれの位置においても顕著な温度変化は認められなかった。

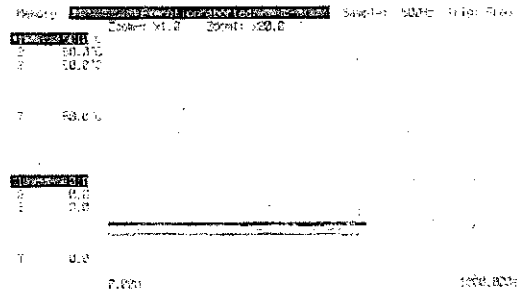


図16 電磁波 (水平偏波) 照射中の温度変化

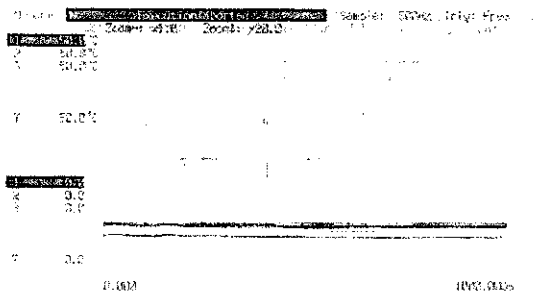


図17 電磁波 (垂直偏波) 照射中の温度変化

B-5 防護服の着用状態における電磁波遮蔽性能の評価

図18、19に示すように、ボタン無し袖付の防護服が最も大きな遮蔽効果を示し、最大28dBであった。ボタン有り袖無の防護服の中では、首周りの狭いものが僅かに遮蔽効果が大きかった。2年以上使用された防護服の遮蔽効果はほぼ0であった。また、表4をみると、遮蔽効果と表面低効率には負の相関性が認められ、最も遮蔽効果の小さい防護服の表面低効率は、 $100\text{M}\Omega \cdot \text{m}$ 以上と最も大きかった。

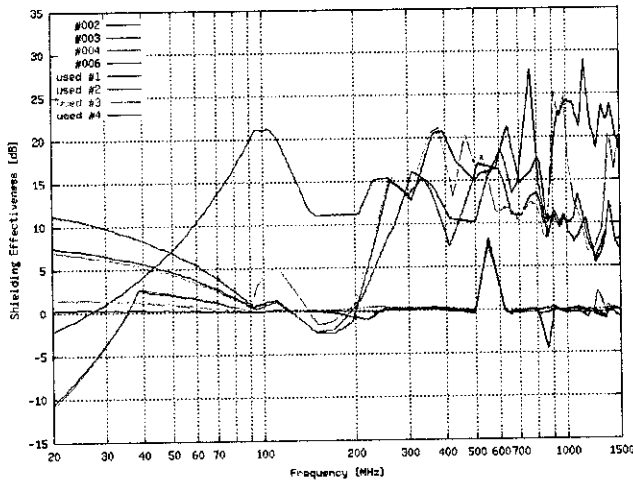


図 18 防護服の電磁波遮蔽効果（水平偏波）

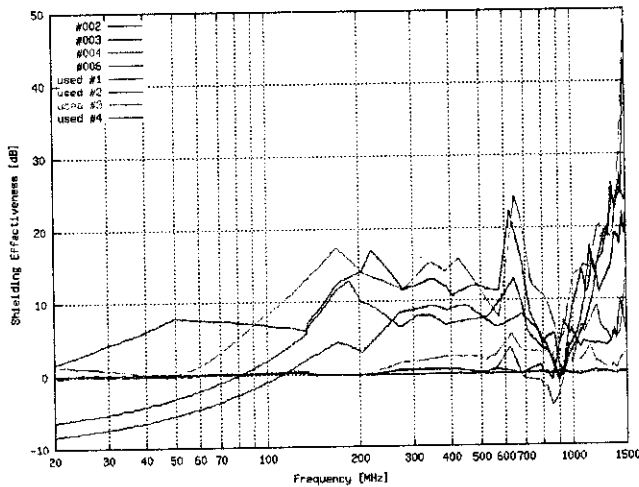


図 19 防護服の電磁波遮蔽効果（水平偏波）

表 4 防護服の表面低効率（直流）

識別番号	表面抵抗率 ($\Omega \cdot m$)
001	4.0×10
002	3.0×10
003	2.0×10
004	4.0×10
006	3.0×10
Used1	1.0×10^5
Used2	2.0×10^4
Used3	8.0×10^3
Used4	$> 1.0 \times 10^8$

B-6 防護服の着用状態におけるPM誤動作防止効果の評価

表5に示すとおり、形状に係り無く未使用のもの1年使用されたものには、非同期パルスが発生せず誤動作防止効果が認められたが、2年以上使用されたものには認められなかった。

表 5 防護服のPM誤動作防止効果

識別番号	購入時期	非同期パルス
001	未使用	無
002	未使用	無
003	未使用	無
004	未使用	無
006	未使用	無
Used1	1999.12	発生
Used2	1999.03	発生
Used3	1998.09	発生
Used4	2001.05	発生
Used5	2002.04	無

D. 考察

実機における電磁干渉試験では、いずれの機種においても電磁干渉はPMのGeneratorとリードが作る面の向きに依存して生じているため、干渉源は低周波数の磁界であることが推測される。全自動麻雀卓では、各面の右側に電磁石が備えられており、これを発生源とする磁界の影響が疑われた。

実機を用いた防護服衣料材のPM誤動作防止効果が小さかったことから、本防護服衣料材は、低周波数の磁界に対しては大きな遮蔽効果を持たないものと考えられる。このことは、数値解析からも推量できる。

防護服衣料材の電磁波遮蔽性能については、近傍で発生する100kHz~1GHzまでの電界、および遠方より入射する3GHz~9GHzまでの電磁波に関して、十分な遮蔽性能を有することが判明した。また、近傍界における電界遮蔽率は、衣料材の枚数を増やすごとに約10dBづつ遮蔽率が増加して

いることから、多重化することにより所望の遮蔽率を得られることが確認された。また、高温、高湿度に対して、本防護服衣料材は耐環境性を有することが確認された。

本防護服衣料材を用いて作られた防護服の高出力電磁波暴露における温度上昇試験では、照射された電界強度 30V/m の電磁波は日常生活で曝されるマイクロ波の中では強いものであり、長時間曝されることは稀である。したがって、本防護服が一般的な環境において、マイクロ波照射により発火燃焼するほどの高温状態になることは考えられない。

防護服の着用状態における電磁波遮蔽性能試験および PM 誤動作防止試験の結果から、未使用の防護服には十分な誤動作防止効果が認められた。しかし、誤動作防止効果は経年劣化し、洗濯等の保存状態に大きく依存することが判明した。

E. 結論

本研究で用いられた全自動麻雀卓の場合、PM 植込み患者が卓の横面に 5cm 以内に接近すると PM の誤動作の恐れがある。また、本研究で用いられたゲート型凶器探知機の場合、通常の実出力状態では PM 誤動作の恐れは無いといえるが、最大出力の場合には、送信側支柱に 4cm 以内に接近すると誤動作の恐れがある。

防護服衣料材 (MGnet) は、高い周波数の電磁波に対しては大きな遮蔽効果を有するが、低い周波数の電磁波に対する遮蔽効果は小さい。今後、より低い周波数まで遮蔽効果を維持するような改良が必要である。

MGnet で作られた防護服 (MG ベスト) は、ボタン無しで首周り形状が狭いものが、大きな遮蔽効果を有することが判明したが、実使用に際しては、ボタンが有り、首周りが広いものの方が装着感が良いため、装着感を犠牲にせず遮蔽効果を向上さ

せる方法の検討が必要である。また、洗濯等の保存状態が遮蔽効果に大きく影響することが判明したため、より経年劣化に強い材料と形状の検討が必要である。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

次年度も本研究を継続するため、全ての内容が完了した時点で発表を行う予定である。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

電磁波防護服に関する特許を出願予定である。

参考文献

- 1) Irnich, W.: *Interference in Pacemakers*. PACE, Vol.7, November-December 1984, Part I, pp.1029-1048.
- 2) 豊島健, "ペースメーカー植込み患者への電磁障害", 目で見える循環器病シリーズ 心臓ペースメーカー MEDICAL VIEW, p.148