

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500671

研究課題名(和文) 電磁波遮蔽衣服の設計と着装シミュレーション実験方法の確立

研究課題名(英文) The Design of Clothes to Shield Electromagnetic Waves and the Establishment of Experimental Method to Evaluate the Efficiency.

研究代表者

甲斐 今日子 (KYOKO KAI)

佐賀大学・文化教育学部・教授

研究者番号：10194656

研究成果の概要(和文)：

本研究の目的は、心臓ペースメーカー使用者のための電磁波遮蔽衣服の開発と、電磁波シールド性評価のための着装シミュレーション実験方法を確立することである。数種の電磁波シールド布のシールド性評価実験及び洗濯性実験を実施し、日常着用可能な試作ベストを作成した。さらに、着装シミュレーション実験方法を確立し、その方法を用いて、試作ベストの電磁波シールド性を評価し、心臓ペースメーカー使用者のための電磁波シールド性ベストを完成させた。

研究成果の概要(英文)：

The purposes of this study are to design clothes to protect pacemaker-implanted patients from electromagnetic waves and to establish the experimental methods to investigate on (1) shielding effect against electromagnetic waves, (2) resistant effect against washing, and (3) the easiness of use.

By repeating efficiency tests from above-mentioned three points, we could successfully make user-friendly and effectively electromagnetic wave shielding vest.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：被服衛生学

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：電磁波遮蔽衣服 シールド性 ペースメーカー 着装実験 疑似生体

1. 研究開始当初の背景

今日の日常生活には電磁波利用機器が広く普及している。これらから発せられる電磁波については公衆衛生上から盛んに論じられてきたが、最近の調査では健康への被害はないとする傾向が強まり、JRでも携帯電話は「車内全面電源オフ」から「優先席付近のみオフ、車内マナーモード」に扱いを変更している。この措置の裏には「健常者への被害はなく、心臓ペースメーカー使用者に対して

は配慮の必要がある」という、調査の結論を先取りしたような意味合いが込められていると言えよう。

このような社会状況の変化によって、心臓ペースメーカー利用者の立場は「少数者」となり、しかもその少数者のために周囲が携帯電話を使えないという意味で「迷惑者」になってしまい、今まで以上に苦しいものとなっている。心臓ペースメーカー使用者は、日常生活において電波発生源に近づかないなど危険を予測して回避に努めているが、とくに

携帯電話の電磁波は回避が困難であり、他者への「電源オフ」依頼ではない自衛手段の開発が必要である。

また、携帯電話を使用する際の携帯電話端末とペースメーカー装着部位との安全距離を 22 cm と定めた国内のガイドラインがあるが、これは自由境界条件を前提においたものであり、電車や建物内で電磁波が金属に反射するという実生活上の環境条件が考慮されていない。この点を指摘する研究もあり、ペースメーカー使用者の不安は増幅されている。

心臓ペースメーカーにおける電磁波の対策としては、電磁波発生源の除去、心臓ペースメーカー内部の防御機構強化、伝達経路の遮断が考えられる。心臓ペースメーカー使用者自身ができるのは伝達経路の遮断であり、その方法として電磁波発生源から離れることがあるが、発生源の特定不可能な場合や、社会生活上発生源との距離が取れないなど、回避が困難な場合も多い。そこで、電磁波を遮断するもう一つの方法として、電磁波シールド材で身体を覆う、すなわち電磁波を遮蔽する衣服の着用が有効であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の第 1 の目的は、医療用という観点から、電磁波シールド性能に加えて、衣服としての性能も考慮した日常着用可能な電磁波遮蔽衣服の設計である。

第 2 の目的は、電磁波遮蔽衣服のシールド性を評価するための着装シミュレーション実験方法を確立することである。

3. 研究の方法

研究方法は、携帯電話の周波数帯における電磁波シールド性試験方法を考案し、その方法を用いて電磁波遮蔽布のシールド性を評価した。

そして、電磁波シールド布の洗濯実験を実施し、衣服に必要とされる消費性能について検討を行い、電磁波遮蔽衣服に用いる素材を選定した。

次に、選定した素材を用いて電磁波遮蔽ベストを試作するとともに、擬似生態を用いて着装シミュレーション電磁波シールド性試験方法を考案し、その試験方法を用いて、着用状態における試作ベストの電磁波シールド効果を評価した。

4. 研究成果

(1) 電磁波遮蔽衣服の設計

① 電磁波シールド性試験方法について

電磁波の測定は電波無響室(佐賀大学理工学部科学技術共同開発センター3 階)において、送受信アンテナ間距離を 2 メートル、受

信アンテナをターンテーブルによって回転させ 360 度測定した (Fig.1)。測定器は HEWLETT PACKARD 8510C NETWORK ANALYZER を使用し、計測周波数は試験内容に応じて設定した。

電磁波の測定を行うに当たり、受信アンテナとそのアンテナ台の設計・製作を行った。携帯電話の周波数帯 0.8~2.0GHz を拾うよう検討した結果、5cm の受信アンテナと発泡スチロール製アンテナ台を用いることにした (Fig.1)。シールド性試験における遮蔽布の形状については、15×16×15 cm の箱型とした。

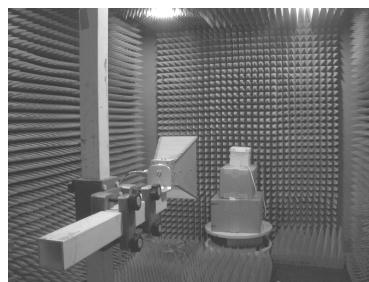


Fig. 1 測定の様子

② 電磁遮蔽衣服用シールド素材の選定

市販されている遮蔽布の中でも実用性が期待できる 4 種類を試料とし、①の実験方法を用いて、シールド性実験を実施した。測定周波数は携帯電話の周波数帯を含む 1~5GHz である。

また、繰り返し洗濯を 30 回実施し、シールド性能変化の測定と走査型電子顕微鏡による布の表面変化を観察して、電磁波遮蔽衣服の素材として「クロス K」と「メッシュ」の 2 種を採用することとした。(Fig.2)

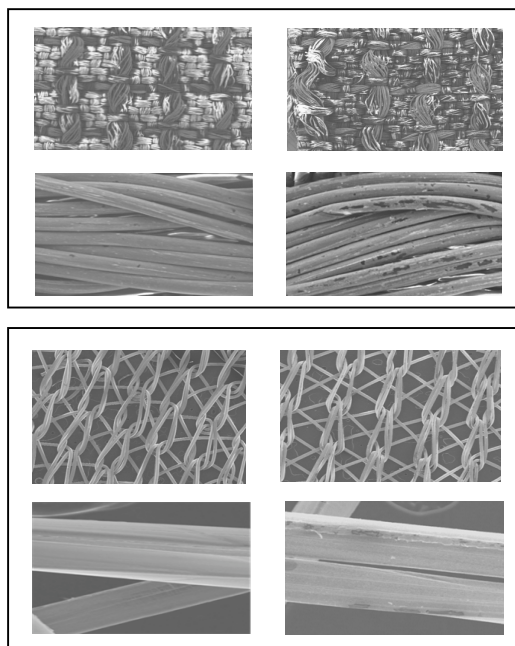


Fig.2 選定素材の走査型顕微鏡写真 (右は未洗濯、左は 30 回洗濯後)

(2) 着装シミュレーション実験方法の確立

① 擬似生体の製作

人体組織による電磁波の減衰・吸収をシミュレーションするため、疑似生体を製作した。先行研究においては、充填物のない空洞の人体モデルや、0.5%塩化ナトリウム液で満たした疑似生体がいわれている。しかしながら、マイクロ波は水によって吸収されるところが大きいと、水分の量が人体と極端にちがうのは問題と考えられる。また、塩化ナトリウム濃度が0.5%というのは、体液中のナトリウムイオンから導かれた濃度であると考えられるが、実際の生体にはその他にも電解質イオンが含まれている。そこで、本研究では、より生体に近づけるために、体積の60%を水分として0.9%NaCl液を用い、残る40%を非導電性・弱誘電性の物質として直径0.105~0.125mmのソーダガラスビーズを用いることとした。ガラスの比重から水溶液と混ぜると沈んでしまうため、ガラスが水溶液全体で均一なるよう吸水性ポリマーを混入した。また、防腐剤としてオキシベンMを用いた。

これらの充填物については、体の構成成分に近い豚挽き肉との電磁波の反射強度や、透過強度の比較において疑似生体としての有用性を確認した。以上の決定した充填物を、ペットボトル樹脂製の男性ボディの上半身に詰めて疑似生体を作成した (Fig. 3)。

受信アンテナについては、充填物に合わせてアンテナサイズを検討し、作成した。

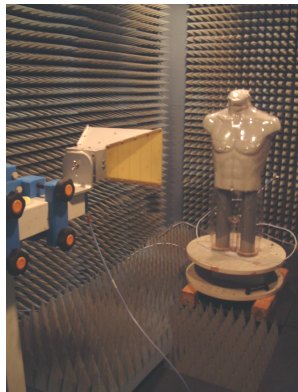


Fig. 3 疑似生体と測定の様子

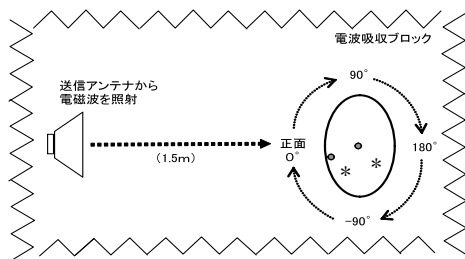


Fig. 4 送受信の仕組み

② 電磁波透過性実験方法

試料は、遮蔽布で覆わない疑似生体のみのもの(非着用)、試作ベストを着装させたもの(ベスト着用)、ベストと同じ遮蔽生地を幅55cm、高さ90cmの長方形の袋を作り、疑似生体全体を覆ったもの(全面被覆)である (Fig. 5)。

受信アンテナの設置位置は、ペースメーカー本体の埋め込み場所である左鎖骨下約1cm(左鎖骨下)と、心臓へ繋ぐリードの通る場所として胸部下心臓上端付近(心臓上端)の2箇所とした。

測定は、電波無響室において実施した。送信アンテナから放射した電磁波をターンテーブルによって360度回転させた受信アンテナで検出し、その透過強度を測定した (Fig. 4)。

受信アンテナ間距離は1.5m, 計測周波数は携帯電話の使用周波数帯を含む0.6~2.6及び2~10GHzである。

③ シールド性評価結果

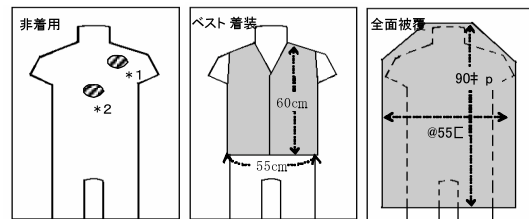


Fig. 5 透過強度測定試料

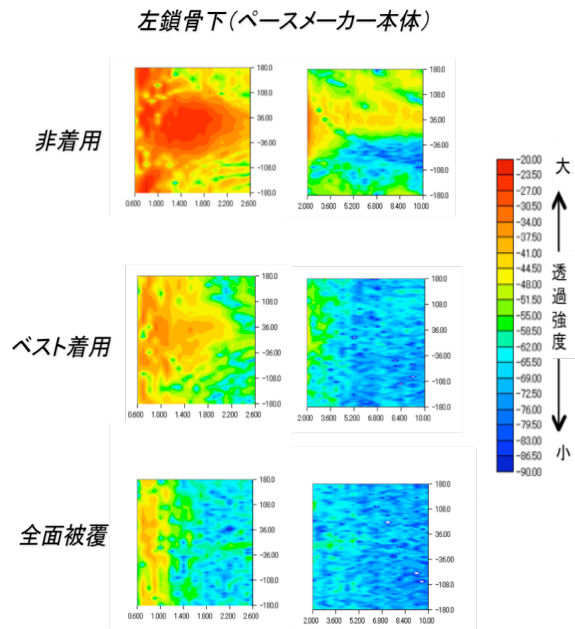


Fig. 6 透過強度の結果

左鎖骨下におけるシールド性を示す。非着用、ベスト着用、全面被覆である。赤が強い方が電波をより透過しており、青が強くなる

ほど透過量が小さいことを示している。すなわち、青が強いほどシールド性が高いことを意味する。角度については、180 から-180 で表している。

透過強度の大きい順に、非着用、ベスト着用、全面被覆である。

まず、非着用をみると、角度や周波数によって電磁波の透過強度が異なり、特に 3GHz 以上では側面や背後からの電磁波に対しては透過強度が小さい。これはボディ内の充填物による電磁波の吸収・減衰によるものだと考えられる。また、正面を向いた 0 度のときに最も透過強度が増大していることから、受信アンテナの設置位置が電磁波を受ける体表面に近いほど電磁波の透過強度が大きいと言える。

次に、ベストと全面被覆をみると、非着用と比べて透過強度が小さく、生体内に透過しようとする電磁波をシールドしていることが認められる。全面被覆はベストよりさらに透過強度が小さいことから、生体を覆う遮蔽布の被覆面積が小さくなると、その分電磁波の透過強度が大きくなると推察される。すなわち、ベストの被覆面積を決定にする要因である、襟、袖の開口部、また裾丈の長さが電磁波シールド性への影響が明らかとなった。

(3) ペースメーカー使用者への着用感評価

まず、遮蔽布K (Fig.2 上段素材) を用いてベストを試作し、実際にペースメーカー使用の患者さんに試着をお願いした。非常に着心地もよく好評であったが、夏季に暑いという申告であったので、遮蔽布メッシュ (Fig.2 下段素材) を綿素材でサンドする方法で改良品を作成した。



着用者:ペースメーカー使用者の70歳代 男性

Fig.7 改良ベストの素材と評価者

(4) 電磁波防護用商品の有効性と問題点

電磁波から身を守る手段の1つとして、様々な電磁波防護用商品が販売されている。これらの電磁波防護用商品についての現状を把握するため、一般的な購入ルートとして考えられる店頭販売・商品の取り扱い数が多いと考えられるオンラインショップによる通信販売について市場調査を行った。その結果、電磁波防護用商品を電磁波の防護方法によって遮蔽タイプ・相殺タイプ・アースタイプに分類し、その有効性と問題点について検討することとした。

まず、原理と研究報告について調査を行った結果、現段階において有効性があると判断できるものは遮蔽タイプであり、他の2つについては判断できるほどのデータがないため有効性があると判断するまでに至らなかった。

そこで、実際に商品を収集し、前述の本研究で確立した実験方法を使用し、ホーンアンテナ・擬似生体・アンテナ台を用いて電磁波シールド効果の評価を行った。シールド性について試験を行う試料は、遮蔽布、遮蔽パッド、遮蔽スプレー、ヘマタイト、竹炭、備長炭、相殺ペンダント、携帯電話用相殺シールの8種類である。

擬似生体を用いた着装シミュレーション実験方法による結果を示す。(Fig.8)

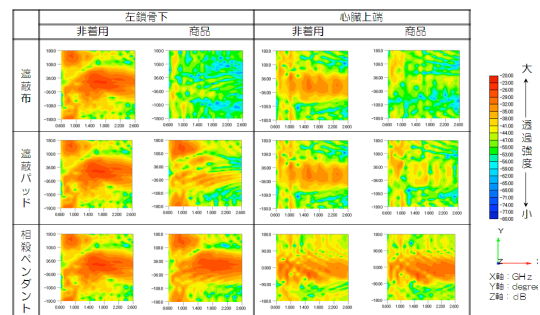


Fig.8 透過強度結果

今回の実験では、遮蔽タイプの遮蔽布・遮蔽パッド・遮蔽スプレーに電磁波防護の有効性があることが認められ、現在販売されている電磁波防護グッズの中では、遮蔽タイプの遮蔽材を使用した商品に有効性が期待できることが明らかになった。

ヘマタイト・竹炭・備長炭、他の2つのタイプに関しては、有効性があると言えるほどの結果が得られなかった。

身に着けて使用する遮蔽タイプの商品に関しては、腹部などを中心として遮蔽布で覆う商品が多く見られるが、前部から背部まで体全体を覆う商品の方が、より有効性が期待できる。

また、擬似生体を用いた実験において、相殺ペンダントは、ペンダント自体がアンテナの役割を果たしていることが明らかになった。左鎖骨下・心臓上端は、ペースメーカーやそのリード線が埋め込まれている部位であり、相殺ペンダントを使用することによって、誤作動を起こす原因にもなりかねないため、ペースメーカー装着者は特に注意が必要であり、安易に電磁波防護商品を使用することの危険性が示唆された。

本研究の目的は、心臓ペースメーカー使用者のための電磁波遮蔽衣服の開発と、電磁波シールド性評価のための着装シミュレーション実験方法を確立することである。数種の電磁波シールド布のシールド性評価実験及び洗濯性実験を実施し、日常着用可能な試作ベストを作成した。さらに、着装シミュレーション実験方法を確立し、その方法を用いて、試作ベストの電磁波シールド性を評価し、心臓ペースメーカー使用者のための電磁波シールド性ベストを完成させた。

電磁波シールドベストの試作品は、2年間試着を依頼した後、現在そのシールド性の変化等、実験を実施・検証し、より安全性の高い商品の開発を目指している。

また、着装シミュレーション実験方法は、他の商品のシールド性の有効性を評価するための実験方法として、また、新たな商品を開発する際の実験方法として利用可能なものとなった。

現在、研究成果を広く公表するために、学会発表したものを論文としてまとめているところである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計5件)

①甲斐今日子・澤山 暢「生活における電磁波環境の現状と課題(第2報)ー電磁波防護商品の有効性の検証ー」日本家政学会九州支部大会 2010年9月25日 琉球大学

②中村 聡・安藤麻希子・甲斐今日子「マイクロ波測定用の疑似人体模型とアンテナ設計」日本物理学会 2010年3月20-23日 岡山大学

③澤山 暢・甲斐今日子・中村 聡「電磁波環境における電磁波関連商品の現状と課題」日本家政学会九州支部大会 2009年10月17日 西九州大学

④甲斐今日子・安藤麻季子・澤山 暢・中村 聡「電磁波遮蔽衣服の設計と着装シミュレーション実験方法の確立」日本繊維製品消費科学会 2009年6月13-14日 京都女子大学

⑤甲斐今日子・安藤麻希子・中村 聡「ペースメーカー使用者のための医療用電磁波遮蔽衣服の設計」日本繊維製品消費科学会 2008年6月16日-17日 名古屋学芸大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

甲斐 今日子 (KAI KYOKO)
佐賀大学・文化教育学部・教授
研究者番号：
1 0 1 9 4 6 5 6

(2) 研究分担者

中村 聡 (NAKAMURA SATOSHI)
佐賀大学・文化教育学部・准教授
研究者番号：
3 0 2 7 4 5 6 7