

表 3

## 基準の優先順位

「必須」：（これらの基準に合致しなければ、そのソフトウェアは購入候補には成り得ない）

- 1) 2000年問題への対応。
- 2) 臨床工学用、プラントの操作および保守用、情報システムサポート用の、各プログラム間のインターフェース。
- 3) PM日程計画の提供。
- 4) 機器の危険性順位の提供。
- 5) 既存のシステムの記録内容を新規システムへダウンロードするためのファイル形式に変換できる（例えば、MeditechまたはServicemasterの「Computenceプラス」から）。
- 6) 拡張性がある（ハードウェアとソフトウェア）。
- 7) アップグレードが可能である（ハードウェアとソフトウェア）。
- 8) 使用しやすい（ポイント&クリック式メニューシステム）。
- 9) POM規格およびCE規格の装置を含む大部分の装置を対象とした、既存の典型的PM必要事項ファイルがある。
- 10) 他の端末で動作するMSオフィスのワードプロセッサとのデータ/図形のインターフェース。
- 11) Windowsプラットフォーム。
- 12) ユーザー規制レベルの設定。
- 13) 装置履歴の保存。
- 14) ソフトウェア導入時の援助が提供される。
- 15) 修正用「パッチ」ファイルの無料配布。
- 16) ユーザー訓練が提供される。
- 17) システムの基本価格\$\_\_\_\_\_。
- 18) 最高25ユーザー（端末数で）まで導入したときの料\$\_\_\_\_\_。

表 4

## 基準の優先順位

「重要」：（この基準は、要望が強いものであり、販売業者の選択に影響を及ぼす）

- 1) バーコードが使用可能。
- 2) ラップトップ（ノート型）パソコンからメインシステムへダウンロードするためのインターフェース。
- 3) ポイント&クリック式メニューオプション。
- 4) 発生した故障の偏重傾向の記録機能。
- 5) 画像取込み記録機能。
- 6) 装置履歴フラグ（故障頻度が規定値を上回ったときにポップアップメニューでユーザーに通知する）。
- 7) 年間設備費の計算手段が提供される。
- 8) 装置寿命報告書（装置の減価償却の計算）。
- 9) ユーザー定義可能な領域。
- 10) 「1-800」ユーザーサポート回線。
- 11) ユーザーズグループと会報、あるいはそのいずれか。

表 5

## 基準の優先順位

「望ましい」：（購入を決定させるような魅力が加わる—おそらく最終的に選定される販売業者を決定する要素となる）

- 1) 製造業者の電話および電子メールアドレスのデータベースが提供される。
- 2) 原価計算機能（いくつかのデータベースをリンクさせて資産管理報告書と傾向を供給する）。
- 3) 自動化された追加部品注文システム。
- 4) 稼働時間の追跡。

市販のソフトウェアプログラムの多くは、プラントの操作と整備項目に重点が置かれており、臨床工学を特に対象として提供される機能はわずかである。管理自動化ソフトウェア案内により提供され CMMS カタログで特集されているプログラムの多くは、製造業あるいは商業的サービス産業で使用され、健康管理産業に特化したものではない。これらのプログラムは、臨床工学手順に適應させることができるが、導入予定先の臨床技術部に固有の形式を持つ、現用の設備ファイルと予防保守 (PM) 手順をダウンロードできるかどうかについて、購入前に重点的に検討しなければならない。多くの販売業者は特定の選択基準に「有り/可能」と答えるが、どのようにして「有り/可能」を達成するか、そしてその手順にどれだけコストがかかるかには、大きな違いがある。

この評価記事の中で、臨床工学と、プラント操作および保守の、両用途向けであると明瞭に定義されたプログラムを取り扱っている販売業者は、ServiceMaster 社と St. Croix 社である。臨床機器用であることが明確な PM 手順を利用可能な標準パッケージを取り扱っている販売業者は、Bio-Tek 社、Butterfield Systems 社、DNI Nevada 社、ECRI 社、EQ2 社、ServiceMaster 社および St. Croix 社である。装置に特有な PM 手順は、臨床工学手順の経験のない販売業者からは入手できないと考えられる。ほとんどの販売業者は、PM 手順ファイルを取り込むことはできるが、ほとんどの場合、いったん特定のシステムに取り込まれたファイルは著作権により他の競合する販売業者に対して保護されることになることと表示している。PM 手順ファイルを転送することができるよう、汎用 PM 手順を備えたソフトウェアパッケージを購入する前に、文書で合意しておくことが重要である。臨床工学部門は、プログラムの「ユーザー定義部分」に、導入先の施設に特有な、いくつかの PM 手順を設定することができる。

表 6 に示したソフトウェアプログラムの評価は、ソフトウェア機能とハードウェアプラットフォームの両視点から、市販のシステムの多様性を示したものである。CMMS プログラムを選ぶとき、健康管理に関する豊富な経験 (少なくとも 5 年) と、現場を視察できる内部機関を持つ販売業者に、高い優先順位を与えるべきである。

「危険性順位」は医療設備保守に付随するものであるため、表 6 にリストアップした販売業者のうちいくつかは、「危険性順位」に精通していない。明確に定義された「危険性順位」手順を持つソフトウェア販売業者には、Bio-Tek 社、Butterfield Systems 社、Caisson 社、DNI Nevada 社、ECRI 社、および ServiceMaster 社が含まれる。

販売業者の中には、器材のマニュアルを、コンパクトディスクまたはフロッピーディスクで提供する業者もある。この情報を取り込むことのできる CMMS プログラムを購入することには、確かな利点がある。国家ファイル保護機構 (National Fire Protection Association: NFPA) の規則および保健施設設備基準 (NFPA 99) は、「……操作者用の、全課程を収録した、保守および修理マニュアル」を要求している<sup>8)</sup>。施設内の CMMS プログラムにこの情報を取り込むことにより、調整的保守あるいは予防的保守の実施中に結線図を見直すのに効率的な手段が提供され、更に、サービスマニュアルを保管するために、莫大なスペースを使う必要がなくなる。

表 6 でリストアップされた販売業者の多くは、計算機援用設計 (CAD) ファイルの取り込みを機能を提供する。もし、導入予定先の施設が広範囲に修復あるいは増築されるなら、この機能は重要である。修正された床配置図を CMMS に保存しておき、各種計画用に必要に応じて印刷することができる。もし大規模な施設の PM 作業に新しい技術者を任命した場合には、新任技術者は容易にアクセス可能な CAD 設計図の支援を受けながら器材の配置場所を特定することが可能となるため、PM 実施時間を短縮することができる。

## 結論

最近の家庭用ソフトウェアの発展により、より使いやすいタイプの (ポップアップメニュー、ポイント & クリック指向) 健康管理 CMMS プログラムが提供されてきた。一般的なワードプロセッサと表計算ソフトウェアの間でデータをやりとりする機能が提供されると、資産管理を目的としてデータの保存形式が考慮されるようになり、より効率的に記録保存できるようになった。

保健管理施設は、それぞれの臨床工学機能がおかれた特定の状況に対する、独自の要求事項を持っている。委員会が中心となって市販のプログラムを徹底的に評価するのは、導入予定先の施設のニーズに適合する CMMS プログラムを得るための、最適な方法である。

ほとんどすべての販売業者は、CMMS 製品の試用版あるいは製品の「実演 (デモ)」を提供する。ソフトウェアの「試用」版の評価は必要なことである。現場での「試用」結果を評価することにより、それまで分らなかった各プログラム間の「使いやすさ」の微妙な違いや、長所と短所が明らかになる。「試用」版を評価した後、有望な評価を得た順にプログラムの「販売業者による現場での実演 (デモ)」を実施する。「販売業者による現場での実演 (デモ)」は、顧客サポート代理人により、現場で、あるいはオンライン

ンにより提供され、この機会にユーザーは販売業者に直接質問することができ、同時に販売業者は、あらかじめ行われた現場での「デモ」の際にユーザーが見落としていた機能を活用してみせることができる。販売業者は、プログラムのいくつかの部分を地域に特有な、あるいは部門別の要求事項に合致させるために、カスタマイズすることもできる。

施設が複数の敷地にまたがっているとすれば、インターネットを基礎としたネットワーク機能について考慮すべきである。インターネットを基礎としたネットワーク機能が提供されれば、本質的に異なる数種類のシステム同士を接続させ、データベースを共有することが可能になる。

プログラムには、実際の運用で浮上した問題に対応するために、常に改修・改良が加えられるため、購入前に変更される部分をすべて予想することは困難である。ソフトウェアを最初に購入する際に、めったに検討されないサービスが、「ユーザーネットワーク」と「ユーザー回報（ユーザー掲示板）」である。導入先の施設でシステムを数ヶ月間運用した後には、共通の問題に関する情報の共有と共通問題の解決法は、計り知れないほど価値あるものとなるはずである。販売業者は、多数の「ユーザーネットワーク」から、ユーザーがプログラムのアップグレードや強化の対象にしてほしいと考えている機能の、順位付きの一覧表を手に入れることができる。これにより、ユーザーは、一般的に望まれる機能を、ソフトウェアを「特別注文（カスタマイズ）」するよりも安価に付け加えることができる。

ハードウェアとソフトウェアが進歩することは避けられないことである。活発な研究開発計画を持ち、ハードウェアを入れ替えるときにプラットフォームの変更に柔軟に対応できる販売業者と協力関係を結ぶことは、保健管理施設の将来的な費用効果技術に貢献する。

すべての臨床工学部門は、共通のインターフェースシステムとオープンスタンダードな CMMS ソフトウェアを備えたハードウェアを購入することを最終目標とするべきである。

コンピュータ産業がこの万能薬を提供できるようになるには、さらに 5 年から 10 年の年月が必要であるが、保健管理関係の消費者の需要は、異種システム間での情報の交換を可能にするミドルウェアアプリケーションソフトウェアを取り扱う隙間ビジネスマンにより満たされている<sup>9)</sup>。

## 略歴

Nicholas Cram 氏は、臨床工学および電気通信部門の取締役として、テキサス州ブライアン市にある聖ジョセフ地域医療センターに勤務するとともに、テキサス州カレッジステーション市にあるテキサス農工大学で臨床工学の助講師を務める。Cram 氏は、フェリス州立単科大学とテキサス州立技術専門学校およびテキサス農工大学において、薬学、生医学機器技術、および生物工学の学位をそれぞれ取得した。今後もテキサス州立農工大学の大学院において、臨床工学の教鞭をとり続ける予定である。

---

著者に対するすべての連絡と別刷りの請求は、電子メールで：  
ncram@mail.st-joseph.org.

表 6 市販のプログラムの評価					
会社名	Acute Software	Bio-Tek Instruments	Butterfield Systems	Caisson Enterprise	Champ Software
製品住所	Acute 999 Baker Way, Ste. 330 San Mateo, CA 94404	Profile/Otis Highland Park, Box 998 Winooski, VT 05404	DVM 11223 W. Bernardo Ct. San Diego, CA 92127	TMA Systems 400 Cole Dr. Guthrie, OK 73044	Champ POB 2600, 1255 N. Vantage Pt. Dr. Crystal River, FL 34420
電話	(415)638-2000	(800)451-5172	(800)443-0495	(405)260-7648	(352)795-2362
ファックス	(415)638-2020	(802)527-2218	(619)451-3901	(405)260-7648	(352)795-9100
電子メール	www.acute.com	sales@biotek.com	tiscor@tiscor.com	tedbrogen@aol.com	www.champsinc.com
2000年問題	対応済	対応済	対応済	対応済	対応済
PM 予定の計画立案	可	可	可	可	可
ユーザーによる危険度 順位の設定	不可	可	可	可	可
既存システムを新規シ ステムにダウンロード するためのファイル変 換	不可	可	可	可	可
拡張性	有り	有り	有り	有り	有り
既にあるか開発中の機 能強化型の製品	有り	有り	有り	有り	有り
アップグレード	可	可	可	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	有り	有り	有り	有り
既存の臨床工学とプラ ント管理保守の両用途 向けのPM手順ファイル	無し	大規模臨床工学	大規模臨床工学	制限有り	制限有り
MS Office 又は他のワー ドプロセッサと表計算 ソフトとのインター フェース	無し	有り	有り	有り	有り
Windows ブラットフ ォーム	有り	有り	有り	有り	有り
ユーザー規制レベルの 設定	可	可	可	可	可
機器保守履歴	可	可	可	可	可
ソフトウェア導入補助	有り	有り	有り	有り	有り
修正パッチの無償提供	最初の 90 日間	有り	有り	有り	有り
ユーザー訓練	特別注文	有り	有り	有り	有り
基本価格	\$750	\$7,100- マルチユーザー	\$10,590 (5 ユーザーライ センス)	\$6,995- (Powerbase 導入 時は\$17,775 追加)	\$75,000
25 ユーザーまでのライ センス料	\$250/ユーザー	\$7,980	1 ライセンス追加 毎に\$795	\$37,500	
ハードウェアプラット フォーム	IBM PC 互換機	486 DX4 以上	パーソナルコン ピュータ (ペン ティアム搭載機)	IBM PC 互換機	ハードウェアに依 存しない
オペレーティングシス テム	Windows® 3.1、95	DOS 6.22	Windows® 95	Windows® 3.1、 95、NT、OS/2、 MAC C++	Windows® 95、 NT、UNIX
言語	Visual Basic®	C+	VFP 5.0	C++	Powerbuilder®
データベース	独自形式	C-Tree+®, Profile®, Visual Basic®, Otis®	FoxPro®	OMNIS 7®	ODBC 準拠のファ イル形式ならず べて
ネットワーク	単独使用のみ	Novell 3.11 以降	Windows® NT、 Novell®	Windows® NT、 Novell®	ネットワークの種 類に依存しない
可動中のシステム数	350 (DOS)、16 (Windows®)	300 (おおよそ)	151	253	350 以上
導入された病院数	7	280	150	65	10
1997 年の新規導入数	11	35-40	10	54	7
製品の供給年数	15 年	7 年	15 年	9 年	17 年

表 6

市販のプログラムの評価				
会社名	CK Systems	Datastream Systems	Data-Trak	DFM Systems
製品	Maintimizer+	MP2	Atlas Equipment Manager	Mapcom
住所	722 Airport Blvd. Ann Arbor, MI 48108	50 Datastream Plaza Greenville, SC 29605	135 Oyster Creek Dr., Ste. N Lake Jackson, TX 77566	119 High St. Des Moines, IA 50329
電話	(313)665-1780	(800)955-6775	(800)453-3972	(515)244-6114
ファックス	(313)665-6074	(864)422-5000	(409)297-7725	(515)244-4918
電子メール	cks@mindspring.com	www.dstm.com	atlas@data-trak.com	www.mapcom.com
2000年問題	対応済	対応済	対応済	対応済
PM 予定の計画	可	可	可	可
ユーザーによる危険度	可	可	可	可
順位の設定				
既存システムを新規システムにダウンロードするためのファイル変換	可	可	可	可 (特別注文のプログラムが必要)
拡張性	有り	有り	有り	有り
既にあるか開発中の機能強化型の製品	有り	有り	有り	有り
アップグレード	可	可	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	有り	有り	有り
既存の臨床工学とプラント管理保守の両用途向けの PM 手順ファイル	有り (追加料金)	有り	有り (追加料金)	無し - 情報の取り込みは可能
MS Office 又は他のワードプロセッサと表計算ソフトとのインターフェース	有り	有り	有り	無し
Windows プラットフォーム	有り	有り	有り	有り
ユーザー規制レベルの設定	有り	有り	有り	有り
機器保守履歴	可	可	可	可
ソフトウェア導入補助	有り (追加料金)	有り	有り (追加料金)	有り
修正パッチの無償提供	有り	有り	有り	有り - サポートに含まれる
ユーザー訓練	有り	有り	有り	有り
基本価格	\$3,650	\$14,995	\$3,650	\$3,900
25 ユーザーまでのライセンス料	\$9,750/施設当たり	\$1,995/端末当たり	\$9,750/施設当たり	\$9,000
ハードウェアプラットフォーム	IBM PC 互換機	SQL <sup>®</sup> 、Oracle <sup>®</sup>	IBM PC 互換機	パーソナルコンピュータを用いたネットワーク
オペレーティングシステム	Windows <sup>®</sup>	Windows <sup>®</sup> 95、NT	Windows <sup>®</sup>	Windows <sup>®</sup> 95、NT
言語	SQL Windows <sup>®</sup>		SQL Windows <sup>®</sup>	Open Insight <sup>®</sup>
データベース	SQL Windows <sup>®</sup>	SQL <sup>®</sup> v. 6.5、Oracle <sup>®</sup> v. 7.1	SQL Windows <sup>®</sup>	Open Insight <sup>®</sup>
ネットワーク	Netware <sup>®</sup> 、Windows <sup>®</sup> 95、NT	Windows <sup>®</sup> 95、NT、P120 以降	Netware <sup>®</sup> 、Windows <sup>®</sup> 95、NT	Novell <sup>®</sup> 、Windows <sup>®</sup> NT
現在可動中のシステム数	114	30,000 以上	114	Windows <sup>®</sup> 30 以上、DOS 350 以上
導入された病院数	114	1,000 以上	114	Windows <sup>®</sup> 0、DOS 20
1997 年の新規導入数	80	10,000 以上	80	
製品の供給年数	10 年以上	11 年	10 年以上	10 年

表 6

## 市販のプログラムの評価

会社名	DNI Nevada	Eagle Technology	EQ2, Inc.	ECRI*
製品	Sentinel 32	Proteus	HEMS 2000	HECS 4
住所	2000 Arrowhead Dr. Carson City, NE 89706	10500 N. Port Washington Rd. Mequon, WI 53092	209 Battery St. Burlington, VT 05401	5200 Butler Pike. Plymouth Meeting, PA 19462
電話	(702)883-3400	(414)241-3845	(802)865-0920	(610)825-6000
ファックス	(702)883-9541	(414)241-5248	(802)865-0298	(610)835-1275
電子メール	sales@dninevada.com	eagle@execpc.com	eq2jws@worldnet.att.net	ecri@hslc.org
2000年問題	対応済	対応済	対応済	対応済
PM 予定の計画	可	可	可	可
ユーザーによる危険度 順位の設定	可	可	可	可
既存システムを新規シ ステムにダウンロード するためのファイル変 換	可 (ASCII ファイル)		可 (おそらく補助が必 要)	可
拡張性	有り	有り	有り	有り
既にあるか開発中の機 能強化型の製品	有り	有り	有り	有り
アップグレード	可	可	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	有り	有り	有り
既存の臨床工学とプラ ント管理保守の両用途 向けの PM 手順ファイ ル	有り (MedPak)	制限有り	有り/\$250	有り/追加可能
MS Office 又は他の ワードプロセッサと 表計算ソフトとのイ ンターフェース	有り	有り	有り	無し
Windows プラット フォーム	有り	有り (Windows® 95 以 降)	有り	有り
ユーザー規制レベルの 設定	可	可	可/モジュールレベル	可
機器保守履歴	可	可	可	可
ソフトウェア導入補助	有り	有り	有り	有り (追加料金)
修正バッチの無償提供	有り	有り	有り (サポート契約によ る)	有り
ユーザー訓練	有り	有り (現場にて\$900/日)	有り (2日間)	有り
基本価格	\$11,995-10 ユーザー	\$12,500	\$8,895 (5 ユーザー)	\$3,650
25 ユーザーまでのライ センス料	19,480	\$500/端末当たり (交渉 による)	\$29,795	\$9,750/施設当たり
ハードウェアプラット フォーム	486/ペンティアム以上	パーソナルコンピュ ータ	ペンティアム 100MHz/ メモリ 16MB	IBM PC 互換機
オペレーティングシ ステム	Windows® 95、NT	Windows® 95	Windows® 3.1、95、NT	Windows®
言語	不明	Delphi	FoxPro® v. 2.6	SQL Windows®
データベース	Visual FoxPro®	MS MQL®, Oracle®	FoxPro®	SQL Windows®
ネットワーク	Novell®, Windows 95®, NT	Windows® NT、Novell®	Novell®, Windows® NT	Netware® v. 3.x および 4.x、Windows® 95
現在可動中のシステム数	0 (97年12月現在)、 DOS 600 以上	15 (この形式)、1500 (全形式)	625	114
導入された病院数	0 (97年12月現在)	40	625	114
1997年の新規導入数	0 (97年12月現在)	100	3 (新規)、40 (転換)	80
製品の供給年数	15年	12年以上	12年	1年 (HECS 4)、10年 以上 (HECS)

\* ECRI は現在 Windows 版のソフトウェアを提供している。

表 6

## 市販のプログラムの評価

会社名	Four Rivers Software	Meditech	Phenix Data Systems	PSDI
製品	TMS	Materials Mang. Module	AIMS for Windows	Maximo Advantage
住所	2400 Ardmore Blvd. Pittsburgh, PA 15221	Meditech Circle Westwood, MA 02090	24293 Telegraph Rd. Ste. 202 Southfield, MI 48034	2 Ravinia Dr., Ste. 1205 Atlanta, GA 30346
電話	(412)273-6422	(617)821-3000	(800)541-2467	(770)481-3070
ファックス	(412)273-6420	(617)329-9977	(248)358-3166	(770)481-3071
電子メール	phearle@frsoft.co.	www.meditech.com	aimscrms@aol.com	www.psdi.com
2000 年問題	対応済	対応済	対応済	対応済
PM 予定の計画	可	可	可	可
ユーザーによる危険度 順位の設定	可	不可	可	可
既存システムを新規シ ステムにダウンロード するためのファイル変 換	可	ASCII ファイル	可	可
拡張性	有り	有り	有り	有り
既にあるか開発中の機 能強化型の製品	有り	有り	有り	有り
アップグレード	可	可	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	無し	有り	有り
既存の臨床工学とプラ ント管理保守の両用途 向けの PM 手順ファイ ル	無し/共通役務庁 (GSA) 業務でない場合	無し	無し (本製品のファイ ルを他製品へ取り込むこ とは可能)	無し (本製品のファイ ルを他製品へ取り込むこ とは可能)
MS Office 又は他のワー ドプロセッサと表計算 ソフトとのインター フェース	有り	有り	有り	有り
Windows プラットフ ォーム	有り	無し	有り	有り
ユーザー規制レベルの 設定	可	不可	可	可
機器保守履歴	可	可	可	可
ソフトウェア導入補助	有り	有り	有り	有り
修正パッチの無償提供	有り、サポートの一部	有り	有り	
ユーザー訓練	有り	有り	有り	有り
基本価格	\$8,995-10 ユーザー	{1}	\$3,995-5 ユーザー \$8,995-多州にまたが る場合/5 ユーザー	\$2,995
25 ユーザーまでのライ センス料	\$500/追加ユーザー	{1}	\$3,000+5 ユーザー追加 毎に\$750	\$6,000
ハードウェアプラット フォーム	ペンティアム	DEC	IBM PC 互換機	IBM 互換機
オペレーティングシス テム	Windows® 3.1、3.11、 95、NT	MAGIC®, Windows® NT、	Windows® 95、NT	Windows® 3.1、95、NT
言語	Visual Basic®	MAGIC®, MAGIC CS®	C++	Visual Basic®
データベース	Access® 2.0、Oracle®, SQL®	Microsoft SQL®	Oracle® v. 7.3、MS SQL®	Microsoft® ACCESS
ネットワーク	Novell®, Windows® NT	不明	Novell®, Windows® NT	Novell® 3.x および 4.x
現在可動中のシステム数	300 以上	不明	250 以上	2,000 以上
導入されている病院数	50	不明	250 以上	450 以上
1997 年の新規導入数	100	不明	15	400 以上
製品の供給年数	7 年	不明	13 年	16 年

{1} Materials Management Module は単品としては購入できないが、MEDITECH system にその一部として含まれている。

表 6

## 市販のプログラムの評価

会社名	ServiceMaster, Ltd.	Softek	Somax, Inc.	Specific Designs
製品	ISIS	PM Soft		EM/DBs
住所	One Servicemaster Way Downers Grove, IL 60515	107 E. Main St. Lebanon, TN 37087	P.O. Box 1449 Roswell, GA	21062 Brookhurst St., Ste. 103 Huntington Beach, CA 92646
電話	(630)271-2677	(615)443-1174	(770)518-1514	(800)262-8988
ファックス	(630)271-5531	(615)443-7939	(770)518-8214	(714)965-8987
電子メール	phearle@frsoft.com	support@softeknet.net	www.somax.com	103664.1565@compuserve.com
2000年問題	対応済	対応済	対応済	対応済
PM 予定の計画	可	可	可	可
ユーザーによる危険度 順位の設定	可	可	可	可
既存システムを新規システムにダウンロードするためのファイル変換	可	可 (追加料金)	可	可 (補助する)
拡張性	有り	有り	有り	有り
既にあるか開発中の機能強化型の製品	有り	有り	有り	有り
アップグレード	可	可	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	無し	有り	有り
臨床工学とプラント管理保守の両用途向けの PM 手順ファイルが既にある	有り (システム拡張型)	有り	有り	有り
MS Office 又は他のワードプロセッサと表計算ソフトとのインターフェース	有り	無し	有り	無し
Windows プラットフォーム	有り	有り	有り	無し (Windows® 3.11、95、NT 環境下で動作可能)
ユーザー規制レベルの設定	可	可	可	可
機器保守履歴	可	可	可	可
ソフトウェア導入補助	有り	有り	有り	有り
修正パッチの無償提供	有り	有り-12ヶ月まで	有り	有り (年間契約)
ユーザー訓練	有り	有り (追加料金)	有り	有り (顧客サポート用データを使用)
基本価格	{2}	\$3,975	\$20,000	\$3,295/容量無制限/1ユーザー
25ユーザーまでのライセンス料	{2}	\$5,975-クライアントサーバーデータベース	\$45,000	\$5,795/容量無制限
ハードウェアプラットフォーム	ペンティアム	ペンティアム以上	ペンティアム	IBM PC 互換機、386 以上
オペレーティングシステム	Windows® 95、NT	Windows® 3.x、95	Windows® 3.1、95、NT	Windows® 3.1、95、NT、MS-DOS 3.3 以降
言語	不明	Visual Objects®	CA-Visual Objects®	Clipper 5.0
データベース	不明	FoxPro®	FoxPro®, SQL®	FoxPro®/dBASE
ネットワーク	不明	Windows® NT 4.0、Novell®	Novell®, Windows® NT	Netware®, Windows® 3.11、95、NT
現在可動中のシステム数	不明	150	200 以上	375
導入されている病院数	不明	120	5	230
1997年の新規導入数	不明	7	30	不明
製品の供給年数	15年以上	7.5年	10年	7年

{2} 原稿執筆の時点では、ServiceMaster 社は ISIS を単品では提供していないが、施設サービス契約の一部として入手可能である。



表 6

市販のプログラムの評価		
会社名	St. Croix Systems, Inc.	Wintercross
製品	WOSYST for Windows	Maintenance Director
住所	P.O. Box 831 St. Croix Falls, WI 54024	451 SW 10th St Renton, WA 98055
電話	(715)483-1070	(800)569-0635
ファックス	(715)483-9294	(425)277-1656
電子メール	wosyst@wind.bright.net	jmort@wintercross.com
2000年問題	対応済	対応済
PM 予定の計画	可	可
ユーザーによる危険度 順位の設定	可	不可（規定値のみ）
既存システムを新規シ ステムにダウンロード するためのファイル変 換	可	可
拡張性	有り	有り
既にあるか開発中の機 能強化型の製品	有り	無し
アップグレード	可	可
ポイント&クリック式 GUI	有り	有り
臨床工学とプラント管 理保守の両用途向けの PM 手順ファイルが既に ある	有り	無し—本製品のファイルを他製 品へ取り込むことは可能
MS Office 又は他の ワードプロセッサと 表計算ソフトとのイ ンターフェース	可（ただし間接的に）	可
Windows プラットフ ォーム	有り	有り
機器保守履歴	可	可
ソフトウェア導入補助	有り	有り
修正パッチの無償提供	有り	有り
ユーザー訓練	有り	有り—2 日間
基本価格	\$3,500	\$14,000
25 ユーザーまでのライ センス料	\$7,500	\$14,000
ハードウェアプラット フォーム	ペンティアム	PC 互換機
オペレーティングシス テム	Windows® 3.1、3.11、または 95	Windows® 3.1、95、NT
言語	Clarion®	C、C++
データベース	Clarion®、Topspeed®	Raima Database Manager
ネットワーク	Windows® NT、Novell®、OS/2®	Novell®、Windows® NT、Peer to Peer®
現在可動中のシステム数	28	125
導入された病院数	22	22
1997 年の新規導入数	17	35
製品の供給年数	4 年以上	7 年

PEER REVIEW PAPER (同僚による評価・監視論文)

## 病院内電磁気妨害の管理

Y. David, RE, C.C.E., 博士

生物医学工学部長

テキサス子供病院、聖ルカ監督派病院、およびテキサス心臓センター (テキサス州ヒューストン)

Abdul R. S. Bukhari, 理学博士

臨床工学マネージャ

アラスカネイティブ部族保健協会、アラスカ臨床工学サービス

W. David Paperman

生物医学工学部

テキサス子供病院 (テキサス州ヒューストン)

### 要旨

通信および通信関連技術の急速な発達により、医療環境全体が増え続ける電磁気放射にさらされるようになり、他の電気/電子機器に障害を生じさせる恐れが出てきた。臨床環境における電磁気妨害 (EMI) により、医療機器の性能が著しく低下する可能性がある。EMI によって性能が低下すれば、患者の安全性が危険にさらされかねない。病院環境における EMI 問題はますます広がりつつあり、EMI の効果的な管理の必要性が叫ばれるようになってきた。病院領域でのフットプリンティングおよび個々の機器のフィンガープリンティングは、EMI を管理する上で有効な手段である。本論文では、病院環境において EMI を効果的に管理するための方法と手段について記述する。

**指標ワード:** 電磁気妨害、フットプリンティング、フィンガープリンティング、生物テレメトリエグレス、医療機器。

### 序

臨床環境における電磁気妨害 (EMI) により、医療機器の性能をはじめ、医療施設内にある無線テレメトリ、人工透析装置、人工呼吸器、ナース呼び出しシステム、セキュリティシステム、個人用ポケットベルといった他の機器の性能に強い悪影響が及ぶ可能性がある。EMI によって性能が低下すれば、患者の安全性が危険にさらされかねない。

通信分野の急速な発達、および無線 LAN、デジタル TV、ポケットベルネットワーク、移動体および携帯無線通信システムなどの新しい技術の融合により、電磁気の放射量は増加する一方である。さらに、病院内におけるマイクロプロセッサ動作機器の使用割合も増大している。より高速な論理技術を採用するマイクロプロセッサは、予期せぬ電磁気放射源となり、離散 (クロック) 周波数を生成する可能性がある。人出力ケーブルや電源コードでさえ、被覆方法が適当でなければクロック高調波を放射することも考えられる。このような状況の例を図 1 に示す。病院環境における EMI 問題はますます広がりつつあり、患者への危険性が高まっている。

医療機器と他の電気/電子機器が共存するには、性能とそれに裏打ちされた患者の安全性を犠牲にすることなく、病院環境における EMI を管理して医療機器が正しく動作するようにしなければならない。EMI 管理では、医療用あるいはそれ以外の用途の異なる機器の電磁気共存性を確保しようとするものである。本論文では、病院における電磁気妨害を効果的に管理するための方法と手段について記述する。

手法および手順

EMI 管理は、多角的アプローチとして実施される。EMI 管理の重要な要素の一つは、特に命に関わる機器が使用される部署の利用者を教育し、EMI の潜在的な危険性について認識してもらうことである<sup>(3)</sup>。もう一つの重要な要素は、病院環境で EMI を発生させる可能性のある放射源を見極めることである。さらに、医療機器と他の電気/電子機器をテストして、電磁場における特性を調べるべきである。これらの手順により、適切な管理手法を発達させ、EMI の危険性を最小限に抑えることができる。

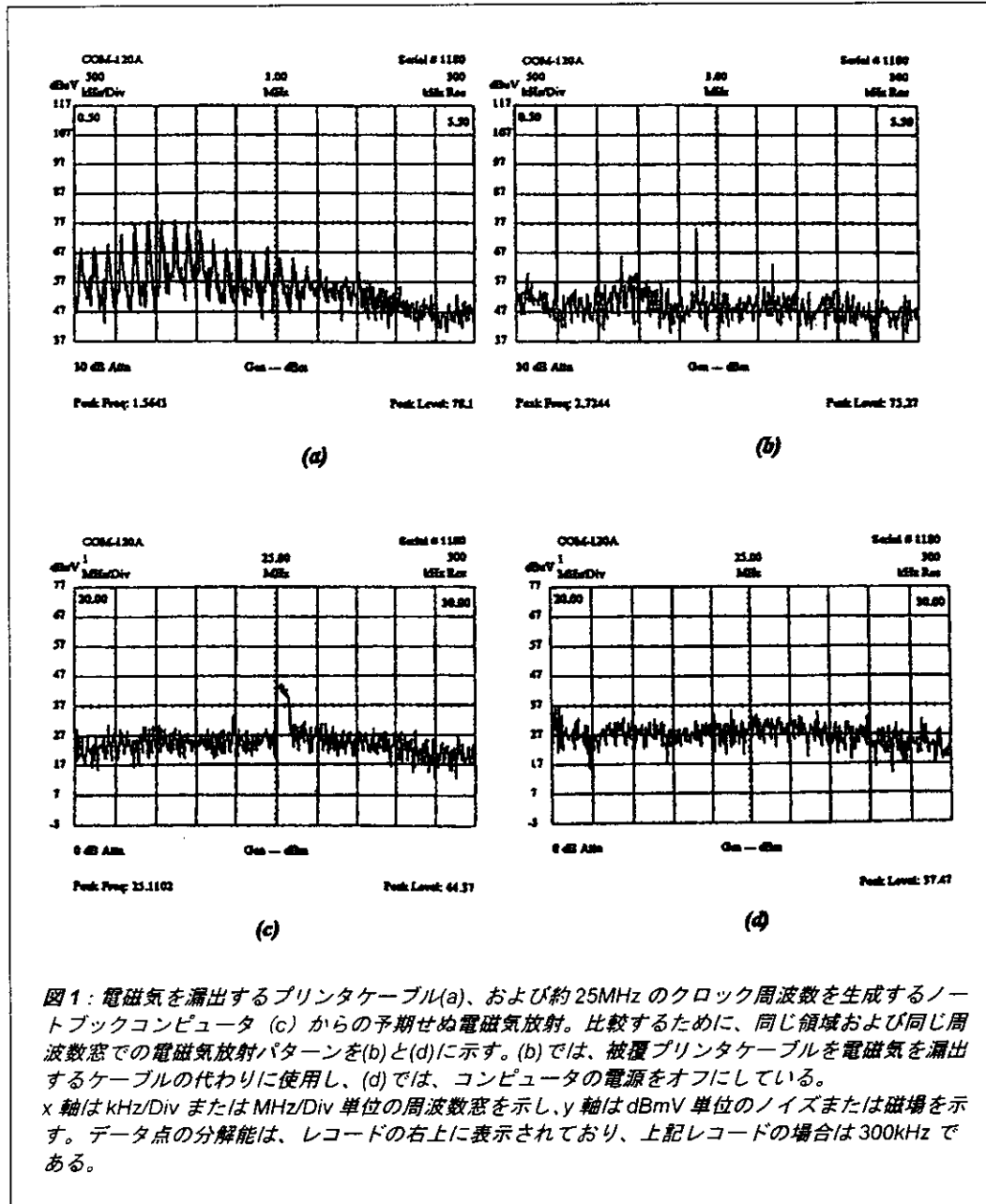


図 1：電磁気を漏出するプリンタケーブル(a)、および約 25MHz のクロック周波数を生成するノートブックコンピュータ (c) からの予期せぬ電磁気放射。比較するために、同じ領域および同じ周波数帯での電磁気放射パターンを(b)と(d)に示す。(b)では、被覆プリンタケーブルを電磁気を漏出するケーブルの代わりに使用し、(d)では、コンピュータの電源をオフにしている。  
x 軸は kHz/Div または MHz/Div 単位の周波数帯を示し、y 軸は dBmV 単位のノイズまたは磁場を示す。データ点の分解能は、レコードの右上に表示されており、上記レコードの場合は 300kHz である。

フットプリンティング: EMI 管理を効果的に行うための基本は、電子医療機器が動作するさまざまな臨床環境の電磁場特性を知ることである。周囲電磁場の計測は、「フットプリンティング」<sup>(4)</sup>と呼ばれている。

病院内における電磁場の強度は、場所によって大きく異なる。そのため、特に命に関わる機器が使用される領域を含め、病院内のいたるところでフットプリンティングを実行する必要がある。フットプリンティングにより、病院内外の固定された電磁気放射源、および携帯用および移動体電磁気放射源についての情報を得ることができる。同時に、環境内に存在する既存周波数および対応する電磁気放射の強度についてのデータを取得できる。図 2 の(a)および(b)は、同じ病院内の異なる 2 箇所でのフットプリンティング

の結果を示している。機器のテストはより電磁気の少ない環境で実行する。図3は、(a)動作中の人工透析装置がない場合、および(b)10台すべての人工透析装置が作動している場合の病院内腎臓透析装置のフットプリントを示している。環境内のノイズレベルは、すべての透析装置が作動している場合の方が高くなっている。異なる領域でフットプリントを記録し、後日参照できるように保管することが大切である。

ただし、電磁気環境は動的に変化するので、同じ領域でも別の時間に測定したフットプリンティングは異なる結果になることも考えられる。それでも、取得データは既存または将来の電磁気妨害問題を判別する上で非常に価値のあるものである。レコードは参照資料となり、データの取得領域で使用する機器を購入前に評価する際に参考にすることができる。

**フィンガープリンティング:**たとえば、TV装置、ラジオ、パーソナルコンピュータ、および周辺機器など、内部で電磁気を放出しない機器は、予期せぬ電磁気放射源と呼ばれる<sup>(5)</sup>。これらの機器は、電磁気放射の予期せぬ発生源になる可能性がある。「フィンガープリンティング」とは、個々の機器の電磁気放射特性を表す造語である<sup>(4)</sup>。既存の機器と新しい機器でフィンガープリンティングを実行することが大切な理由は次の2つである。電磁気放射のある予期せぬ放射機器には、それらの機器のエグレス周波数による電磁気妨害に対して妨害感受性がある。こうした機器は、エグレス周波数において十分な振幅および変調方式の電磁気放射にさらされると、性能が低下する<sup>(6)</sup>。また漏出電磁気により、近隣の医療機器がEMIの脅威にさらされる可能性も生じる。場合によっては、ポケットベルや無線受信機などの契約通信源に障害を与えることもある<sup>(7)</sup>。病院環境で使用するすべての電気機器に対して、フィンガープリンティングを実行することは重要である。さらに、製造者が同じ類似した機器およびモデルが共同領域に存在する場合、それらの機器は共通周波数で作動する設計になっていることが多い。電磁気放射の効果は累積するので、近隣にある機器が誤動作する可能性が大きくなる。患者用モニターのフィンガープリンティングの結果を図4に示す。図4(a)は、1つの装置のフィンガープリンティングを示している。スペクトラムを見ると、約226.5MHz（クロック周波数）のエグレス周波数が存在することが分かる。図4の(b)と(c)は、同時に動作する2台および3台の同型機器のフィンガープリンティングである。特定の周波数でのエグレスレベルは、累積効果を示している。

我々の研究では、1MHzから999.999MHzの周波数範囲において、20MHzずつ増加させてフィンガープリンティングおよびフットプリンティングを実行した。ただし、何らかの異常な動作が観察された場合は、より高い分解能で調査を実施し、変調クラスを特定できるようにした。

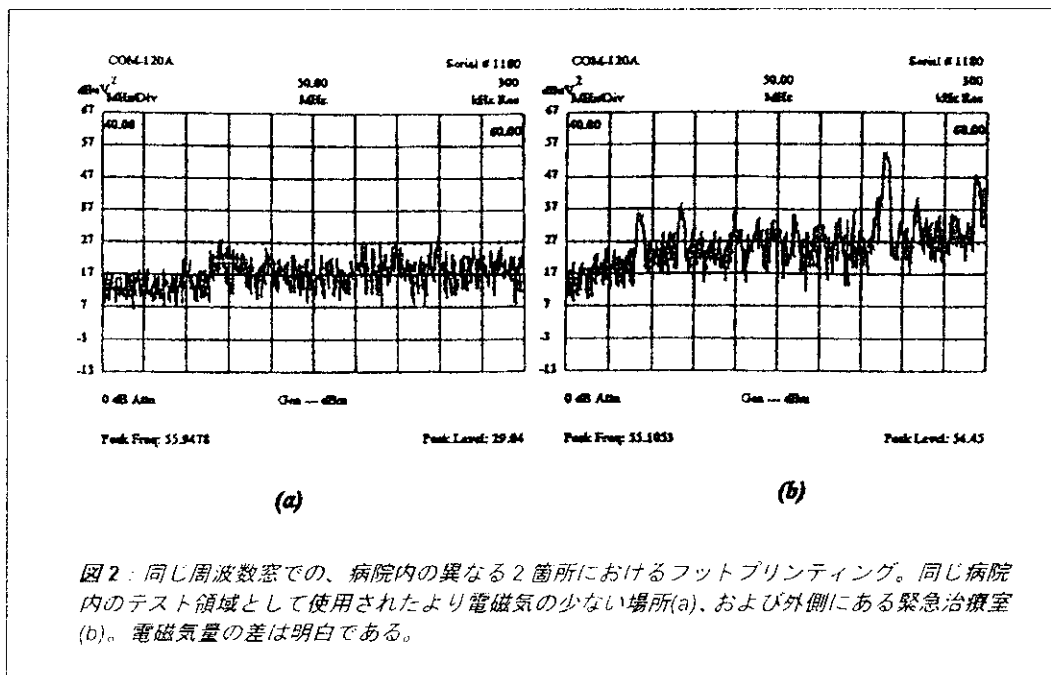


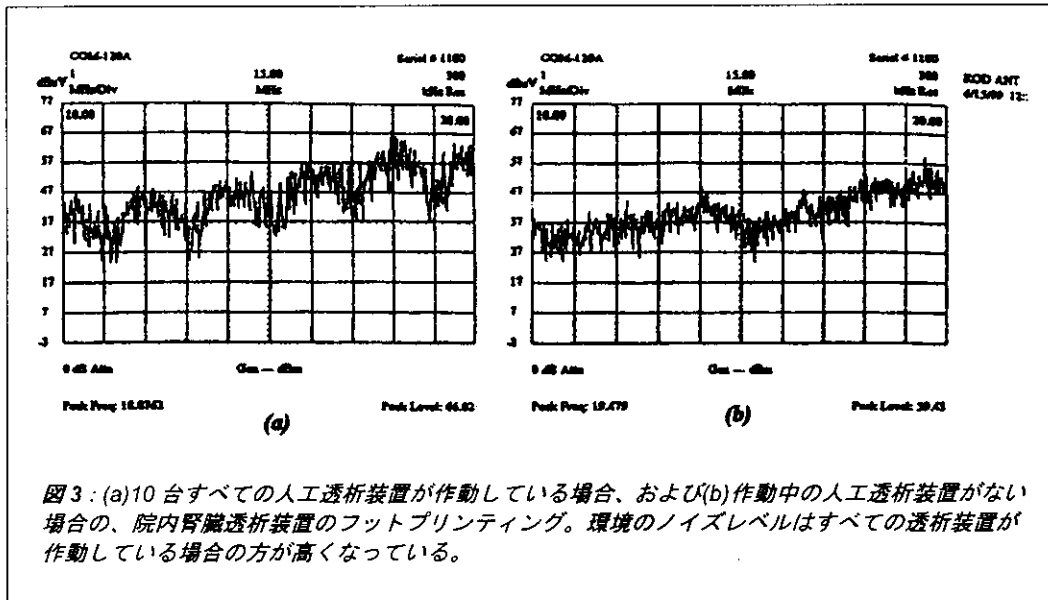
図2：同じ周波数窓での、病院内の異なる2箇所におけるフットプリンティング。同じ病院内のテスト領域として使用されたより電磁気の少ない場所(a)、および外側にある緊急治療室(b)。電磁気量の差は明白である。

**テスト装置:**電磁気放射測定には、特別なテスト装置が必要とされる。テスト装置に求められる特性は次のとおりである。

- 精度と信頼性が高い。
- 動作周波数およびその磁界強度に関する情報を示す機能を備える。
- データを保管する設備を備える。
- レポートを自動作成する機能を備える。

RFプローブ付きの単純な広帯域磁界強度メーターは比較的廉価で、60万円(5,000ドル)前後の値段である。ただし、高精度ではない。これらの機器では、電磁場の強度に関して限られた情報しか計測することができず、動作周波数または変調方式についての情報がなくても電磁気集中点を識別する。オシロスコープを搭載したスペクトルアナライザは、高価ではあるが高精度で信頼性も高い。値段は120万円(1万ドル)(シンプル)から960万円(8万ドル)の範囲で、コンピュータ制御装置の場合はさらに高くなる<sup>(6)</sup>。

スペクトルアナライザ: この研究では、通信システム用のデジタルスペクトルアナライザ(IFR Systems, Inc.製 IFR COM 120A 通信サービスモニター)を使用した。このアナライザは、アンテナ接続によって250kHz~999.999MHzの信号を受信する能力を備える。対応するスキャン幅範囲は、1kHz~1MHzである。EMI測定用として振幅スケール単位dB $\mu$ Vにも対応している。

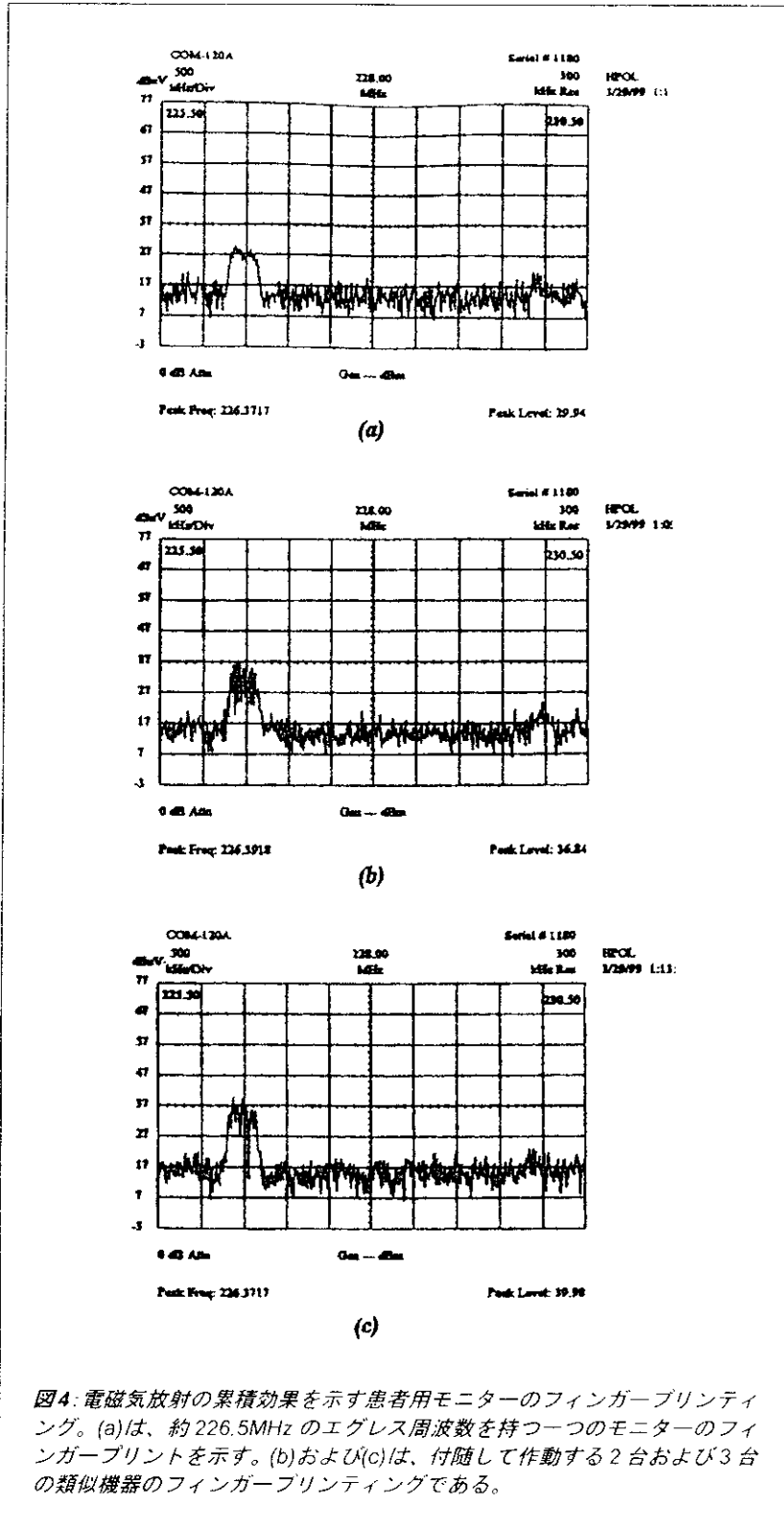


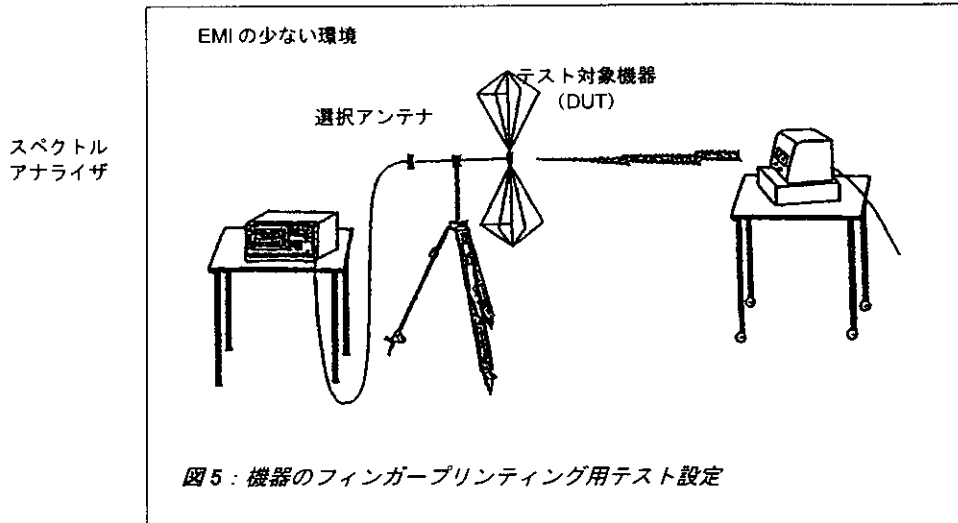
アンテナ: フットプリンティングおよびフィンガープリンティングは、1~999.999MHzの周波数範囲で実行すべきである。次の3つのアンテナは、Electromechanical Corporationによって製造されたもので、異なる周波数範囲に対応する。

- アクティブロッド電磁場アンテナ      1MHz~20MHz
- 双円錐アンテナ      20MHz~300MHz
- 調節可能ダイポールアンテナ      300MHz~1000MHz

フィンガープリンティング用測定現場の選択: フィンガープリンティングは、個々のデバイスから放出される電磁気放射の特性である。フィンガープリンティングを取得するための手法は、OATS(Open Antenna Test Site: オープンアンテナテストサイト)が変化したものである<sup>(8,9,10,11)</sup>。

病院内で選択される電磁気の少ない領域を、機器の使用環境にすることができる。オープンアンテナテストサイトは、この目的には適していない。病院内の比較的電磁気の少ない場所を選択する方がより実際的である<sup>(4)</sup>。異なる領域のフットプリンティングの比較結果を見て、テスト領域を選択することが可能である。図2は、同じ周波数窓において、別の領域と比較したテスト領域のフットプリンティングを示している。フィンガープリンティングを計測するためのテスト用設定を図5に示す。テスト対象機器(DUT)は、アンテナと同じ高さになるように木製テーブルの上に置く。機器の前面からアンテナまでの距離は1mとする。機器は、壁面から最低1m離して配置する。DUTの漏れ電磁気は任意の側面から放出される可能性があるため、回転式テーブルを使用するのが望ましい。測定はスペクトルアナライザを使用して20MHz窓で行い、結果を記録する。フットプリンティングは、各窓においてDUTのフィンガープリンティングの直前に実行すべきである。



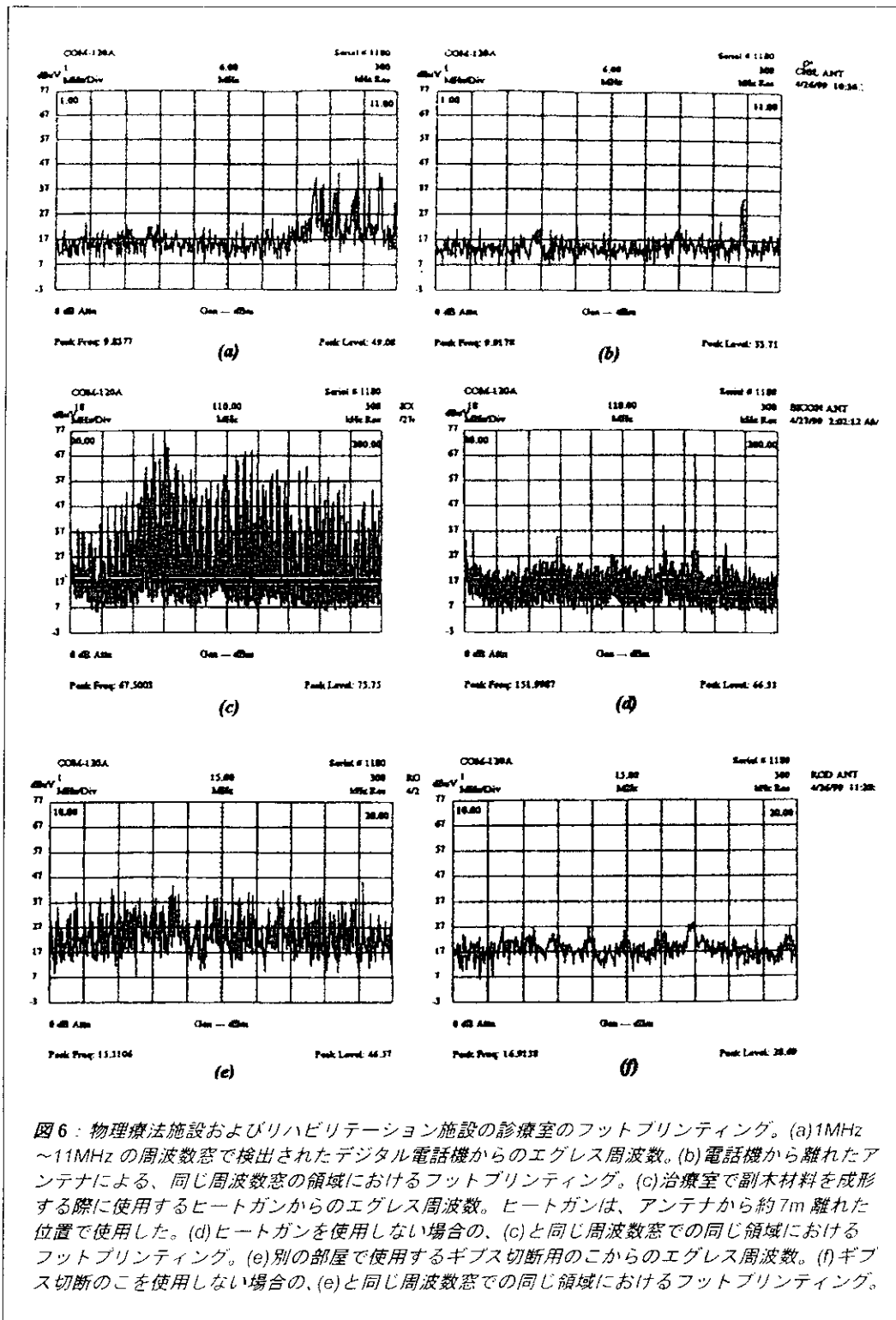


### EMI 管理プログラムの実行

我々は現在、医療施設で使用される医療機器の過渡期にさしかかっている<sup>(12)</sup>。既に使用されている多くの機器の EMI 耐性は不明である。新技術の発達に伴い、新世代機器の EMI に対する耐性は改善されてきた。近い将来、生物医学テレメトリシステムには、専用の周波数帯域が割り当てられる可能性もある<sup>(13)</sup>。この過渡期にある間、危険性を最小限に抑えるために、病院内における EMI 管理は必須事項である。

フットプリンティングおよびフィンガープリンティングにより、次の点で、医療施設における技術管理プログラムの全体的な質は改善される。

1. **参照データの蓄積**: 機器固有の電磁気放射特性については、それほど多くのデータがあるわけではない。フィンガープリンティングのプロセスは、機器固有の妨害感受性に関する参照データを収集する上で役立つ。一方、フットプリンティングのデータベースから他の医療施設でも参照できるように、病院内の異なる臨床領域のデータが導き出される。既存の電磁気放射源と既存および新規購入の医療機器との間の相互作用について、特徴付けることは有用である。
2. **新規装置の取得**: 購入見込み装置のフィンガープリンティングは、その新規装置を使用することになる場所の既存のフットプリンティングと比較することができる。このような比較は、既存の電磁気環境に対する機器の妨害感受性を調査するための方法である。そのような購入前の評価により、特にテレメトリシステム、防火警報装置、および他の通信システムの費用対効果を大幅に高めることができる。経験により、電気/電子機器すべてに対してフットプリンティングを実行することの重要性が示された。



3. ベンダー用リソース: 上述の分析に基づき、病院によって作成されたデータベースにアクセスして、ベンダーは既存機器の EMI 仕様を改善することが可能である。  
後述するとおり、あらゆる整流モーターは相当量の電磁気放射を生成する。整流モーターは、掃除機、送風機、ギブス切断用のこなどに使用される。電磁気放射量の少ない機器をベンダー側が開発し、病院環境の一層の安全に寄与しても良い時期に入っていると思われる。



4. 電磁気放射源の特定: フットプリンティングデータには、特定領域における既存周波数およびその関連磁場強度に関する情報が含まれている。このデータは、電磁気放射の発生源となる可能性のあるものを特定する場合に有用である。身近の電磁気放射源による EMI 問題は、簡単に解決することができる。

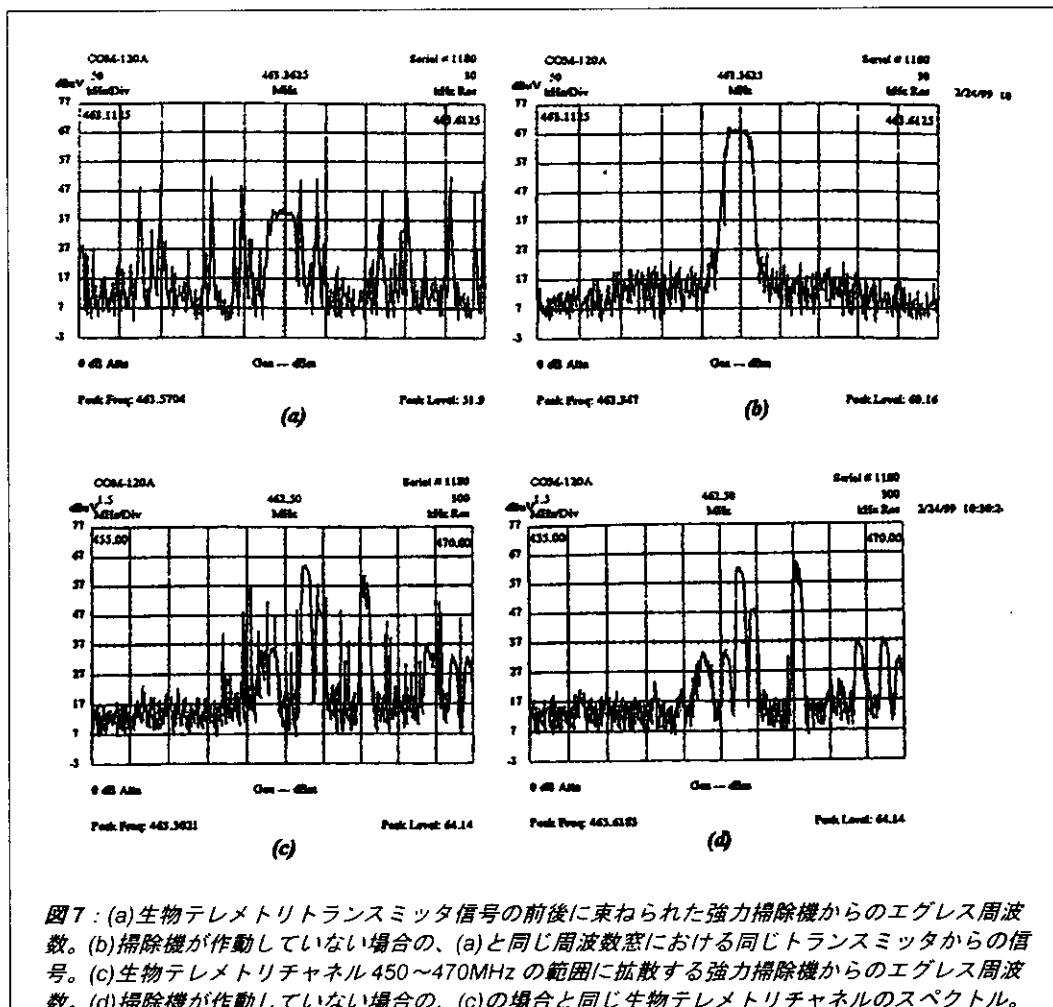
物理療法施設およびリハビリテーション施設のフットプリンティングを実施して、診断用 EMG 機械の障害問題を調査した。フットプリンティング (図 6) より、次の事柄が明らかになった。

- (a) 機械のすぐ上の壁面に取り付けされたデジタル電話機の場合には、図 6(a)に示されるように、周波数範囲 8.5~10.5MHz において 47dBmV のエグレス周波数が検出された。この値は、この時点でデジタル電話機が使用されていないことを示すと考えられる。
- (c) 隣室で副木材料の成形に使用されるヒートガン (アンテナから約 7m 離れた場所で使用) の場合は、2~200MHz の周波数窓において 70dBmV 程度の電磁気漏れ、および 350~380MHz の周波数窓ではそれより低いレベルの電磁気漏れがあった。
- (e) もう一方の隣室で動作するギプス切断用のこからは、1~20MHz の周波数範囲において 30dBmV 程度の電磁気放射漏れがあった。

これらの観察結果から、EMG を取る場合は、EMG 機械を電話機から少なくとも 1m 離し、EMG の記録中はヒートガンとギプス切断用のこの使用を避けることが望ましいことが分かった。

テレメトリシステムを使用する領域のフットプリンティングを実行中、テレメトリトランスミッタ信号を束ねたノイズが、突然スペクトルアナライザに現われた。ノイズを追跡した結果、原因は何室か離れた部室で使用中の強力掃除機にあることが判明した (図 7)。さらに調査したところ、掃除機からの EMI スペクトラムは 460~470MHz の範囲に拡散することが分かった。この電磁気によってテレメトリシステムに障害が生じることはないが、テレメトリシステムおよび他の医療機器の妨害感受性が高くなる。

上記の例は、医療用であるかどうかに関係なく、新しい電気/電子機器すべてのフィンガープリンティングを実行することが重要であることを示している。



5. **新しい施設の設計**: 新たに使用する現場の電磁気フットプリンティングは、新しい医療施設の場所を選択する上で非常に大切である。これにより、既存の周波数とその関連磁場強度を判別しやすくなる。特定の周波数での電磁場強度が過度に高い場合は、別の場所を選択するか、構造的な被覆機能を備えるように建物を設計することができる。
- ギプス切断用のこ、および副木材料を成形するためのヒートガンは、物理療法施設やリハビリテーション施設で一般に使用されている。前述のとおり、これらの要素により EMG 測定に障害が発生する可能性がある。新しい施設を計画する場合は、それらの機器を使用する治療室が電気診断室に隣接することのないようにする。
6. **フロア計画**: フットプリンティングは、新施設および改築施設のフロア計画において非常に重要である。たとえば、患者用モニターのような敏感な機器の使用を計画する場合は、EEG 機器や EMG 機器などの電気診断装置が、電磁気放射レベルの比較的低い領域に配置するようにする。この情報は、領域のフットプリンティングによってのみ得ることができる。
7. **生物テレメトリトランスミッタのチャンネル周波数の選択**: 生物テレメトリトランスミッタは CFR47 による part15 機器と見なされるので、使用する周波数のライセンス使用者による妨害から保護されていない。さらに、part 15 機器により、ライセンス (1 次) 使用者に障害が発生することは考えられない。1998 年、テキサス州ダラスの Baylor University Medical Center で大規模な妨害が発生し、デジタル TM 局 (WFAA-TV) <sup>(17)</sup> からのブロードキャスト伝送のテストによって無線心臓テレメトリシステムが妨害を受けた。この事故以来、FCC は、主使用者として生物テレメトリに別の周波数スペクトルを割り振ることを考慮し始めている。ただし、周波数を割り振ったとしても、新しいテレメトリシステムが市場に出るまでにはかなりの時間を要すると思われる。
- この過渡期にある間、臨床/生物医学工學部門には、生物テレメトリシステムへの電磁障害を最小限に抑える責任がある。地上移動体通信からの EMI を調査するため、トランスミッタを 151.6250MHz の周波数 (この周波数の第 3 調波は、ほとんどテレメトリ周波数の範囲内に入る) で作動させることにより、テレメトリシステムのシステム応答をテストした。高調波信号と混変調信号は、VHF/UHF プログラム可能スキャナを使用して検出され、同時にスペクトルアナライザによって記録された。トランスミッタが作動するたびに、455~456MHz の周波数範囲内において、37dBmV を超える強さの信号が発生した。さらに、混変調信号は、周波数範囲 458~459MHz 内においても発生した (図 8 参照)。病院内の異なる領域におけるフットプリンティングにより、約 152MHz を中心周波数とする非常に強い信号が環境内に常に存在することが明らかになった。そのほとんどは、混在するポケットベルシステムがその発生源と考えられる。第 3 調波 (>>456MHz) に近いテレメトリトランスミッタの周波数は障害となる傾向があり、よって危険性の高い部類に含まれる。
- これらの調査の実施中には、図 9 に示すとおり、テレメトリチャンネルの周波数またはその近接領域で動作する地上移動体通信のトランスミッタからの信号が、テレメトリ信号強度の妨害となり得ることも観察された。このように、領域のフットプリンティングは、生物テレメトリシステムにとって危険の低い周波数を特定する上で手助けになる。

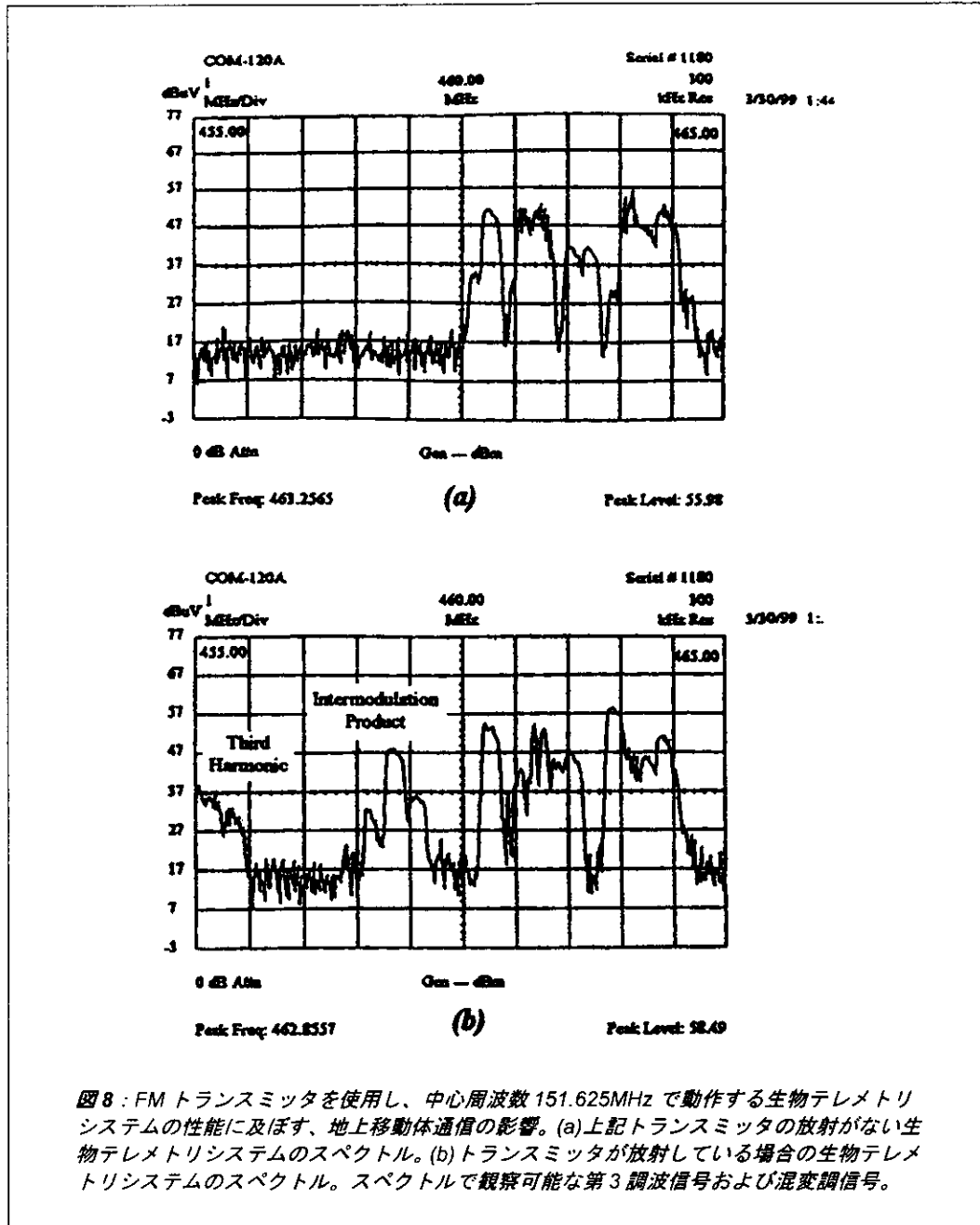
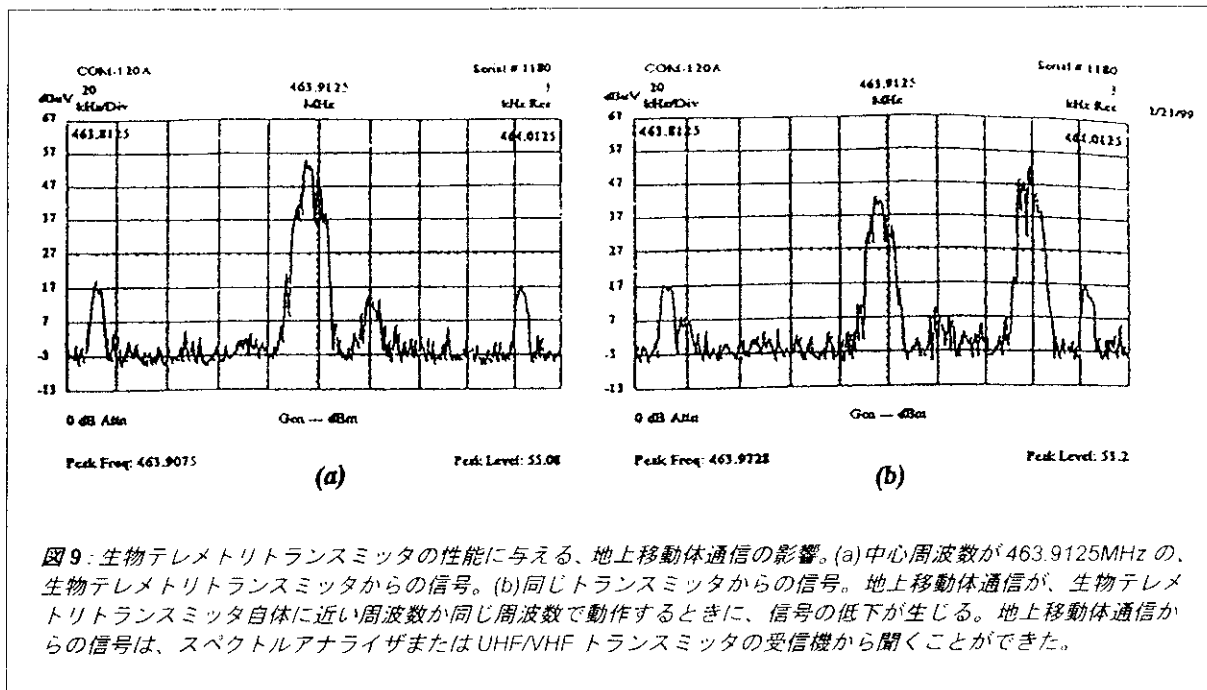


図8：FMトランスミッタを使用し、中心周波数151.625MHzで動作する生物テレメトリシステムの性能に及ぼす、地上移動体通信の影響。(a)上記トランスミッタの放射がない生物テレメトリシステムのスペクトル。(b)トランスミッタが放射している場合の生物テレメトリシステムのスペクトル。スペクトルで観察可能な第3調波信号および混変調信号。

8. ポケットベルおよびナースコールシステムのための場所選定：フットプリンティング、および臨床医療機器の使用領域に関する知識から導かれる既存 RE 源の周波数と磁場強度についての情報は、ナースコールシステム用低電力トランスミッタの設置、ポケットベルの適用、および施設内部の許容電力レベルの決定において、戦略を立てる際に役立てることができる。
9. 機器密度内部計画：生物医学機器は、隣接機器に障害を引き起こす漏れ電磁気を放出する可能性がある。同じモデルの機器がある場合は、状況がさらに悪くなる。上述のとおり、複数機器からのエグレス周波数は累積される可能性がある (図4)。フィンガープリンティングのデータにより、そのような相互作用を調査することが可能である。これらの調査に基づいて、共通領域に異なる機器を配置する計画を実行に移すことができる。



## 結論

磁気妨害の研究は、複雑で時間がかかる。それでも臨床環境における EMI 管理は必要不可欠であり、総括的な管理プログラムに従って実行されるべきである。EMI 管理計画により、EMI によって誘発される医療機器の性能低下が原因で生じる患者および医療担当者への危険性を最小限に抑える必要がある。電磁気放射を効果的に管理することにより、装置の信頼性が確保され、患者の安全性向上に貢献できる。プログラムは、EMC 調整者として機能する有資格臨床工学技士によって実行するのがよい。病院内の臨床現場のフットプリンティングを実行するスケジュールを作成し、定期的に行う。さらに、臨床工学技士でもある EMC 調整者により、動的医療環境における電子医療機器の耐性を定期的に評価すべきである。病院における効果的な EMI 管理手法により、全体的な技術管理プログラムの質を高めることができる。

## 参考文献

1. Silberg, J.L., (Fall 1993), Performance degradation of electronic medical devices due to electromagnetic interference. *Compliance Engineering*.
2. Kundson, T. and Bulkeley, W.M., (1994), Clutter on the airwaves can block workings of medial electronics, *Wall Street Journal*, June 15, 1994, pp.A1
3. Grant, H., (Fall 1999), Managing Electromagnetic Compatibility Between Wireless and Medical Devices, *Compliance Engineering*, 36-44.
4. Paerman, D., David, Y.; Martinez, M. (1996), Testing for EMC in Clinical Environment: *Journal of clinical Engineering* Vol. 21, No. 3, p. 207
5. Federal Communications Commission (FCC), (1991) Code of Federal Regulations: Telecommunication CFR 47 Part 15.103 (c,e).
6. Paerman, D.; David, Y.; Mckee, K.A. (1994): Electromagnetic Interference: Causes and Concerns in the Health Care Environment. *Health Care Facilities Management Series*. CHICAGO: ASHE, Aug. 1994.
7. Gerke, D. and Kimmel, W., (Fall 1998), Product Development: Addressing EMC in Design Reviews. *Medical Electronics Manufacturing*, p. 78.
8. Southwick, R (1992): EMI signal measurements at open antenna test sites. *EMC Test & Design*, 3(4):44.
9. Bennett, WS (1993), Making OATS measurements reproducible from site to site, *EMC Test & Design*, 4(1):34.
10. ANSI (1992), American national standard for methods of radio-noise emissions from low-voltage electrical and electronic equipment in the range of 9kHz to 40GHz, C63.4-1991. *IEEE Standards Collection: Electromagnetic Compatibility*.
11. Parent, F., and Windler, M., (1998), Radiated Emission Site Selection Consideration. *ITEM UPDATE*
12. Segel, B (1996), Sources and Victims: The Potential Magnitude of the Electromagnetic Interference Problem: FDA/AAMI Conference Report-Electromagnetic Compatibility for Medical Devices: Issues and Solutions: