

移動通信におけるEMC

Electro-Magnetic Compatibility of Mobile Radio Communications

移動通信の普及発展のため、電波に関係するEMCを確保することは重要な技術課題の一つである。ここでは、医用電気機器などへの電磁干渉問題や人体の電波防護などについてNTT DoCoMoの最近の研究状況を概説する。

Ensuring EMC regarding radio waves is a very important technical issue in the further spread and evolution of mobile radio communications. This paper summarizes current EMC researches by NTT DoCoMo, especially EMI problems with respect to medical devices and other electronic equipment, as well as the safety issues of RF exposure.

野島 俊雄
Toshio Nojima

垂澤 芳明
Yoshiaki Tarusawa

鈴木 裕
Yutaka Suzuki

まえがき

EMC^{*1}は、Electro-Magnetic Compatibilityの略語であり、電磁環境（または電磁的）両立性とか電磁環境適合性と訳されている。電気を利用する機器は、微弱とはいえ電磁界や電磁波を空間に放射したり、通信線や電源線を介して外部機器に電圧を印加する可能性を持つ。このような電磁エネルギー（雷サージなど自然現象も含める）が他の機器に干渉して誤動作や特性劣化などの何らかの影響を与えるとき、与える影響をEMI（Electro-Magnetic Interference）、受ける側のEMIに対する耐力をイミュニティ（Immunity）と呼ぶが、影響の授受は一般に相互関係にある。複数の装置が、特性劣化などを起すことなく共存できるような電磁環境を実現することがEMCの基本目的である。

EMCは従来、機器から漏洩する電磁エネルギー（本来漏洩してはいけないもの）によるEMI問題を対象としていた。例えば、電気火花による放射電磁波やロジック回路からの不要放射な

どが様々な電子機器に与える影響であり、EMCに関わる様々な技術規格（IEC、CISPR、VCCIなど）はこれに対応して議論されていた。しかし、近年の移動通信の普及発展は、通信のために利用する電波がEMI源となる新たな問題を投げかけている。例えば医用電気機器への干渉問題は具体的事例の一つである。従来の規格による十分な対応は困難であり、新たな技術的対策の確立を含めた規格の見直しなどが必要となっている。

電波を利用する移動通信のさらなる普及発展のために、EMCの確保は最も重要な技術課題の一つである。雷サージや不要放射など様々なEMC検討に加え、NTT DoCoMoは通信のための電波によるEMC課題について重点的に研究を実施してきた。本稿は、最近話題にのぼることが多い、医用電気機器などとのEMCと電波防護についてNTT DoCoMoの研究状況および規格化動向などを概説する。

移動通信におけるEMC

移動通信機器やシステムを取り巻く

EMCの全体像を図1に示す。移動通信に特有の事項が、電波に関わるEMCである。携帯電話（以下携帯機と略称する）が発射する電波の強度は送信アンテナに接近するに従って増大するから、携帯機を他の電子・電気機器の近くで利用するとき、両者の距離に反比例するようにして何らかのEMIを生ずる可能性が高まる。特に、携帯電話のアンテナと他の機器の電子回路の距離が、いわゆる近傍界領域（アンテナから（波長/2π）以内）では、トランス結合のような、遠方界電波とは性質の異なる電磁的結合によるEMIが問題となる。また、補聴器のような音声機器にEMIを生ずるとき、聴覚上の影響がアナログ携帯機では認識できないのが、デジタル携帯機では可聴雑音として問題となる。またある種の特異な制御を行う医用電気機器（以下医用機と略称する）では、携帯機の発射する電波の断続周期に依存して影響を受けやすくなる場合がある。このように近傍界に関わることや、影響が電波の質によって変化するといったことが、問題を複雑化している。

また電波防護については、基地局が

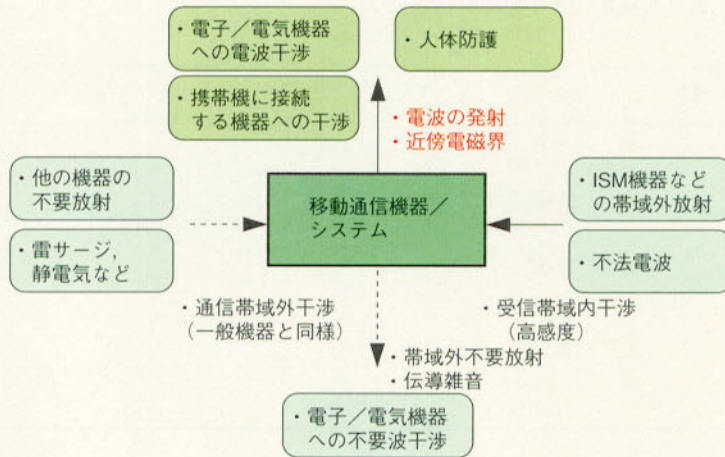


図1 移動通信機器/システムを取り巻くEMC課題
Figure 1 EMC Issues around Mobile Radio Equipment/Systems.

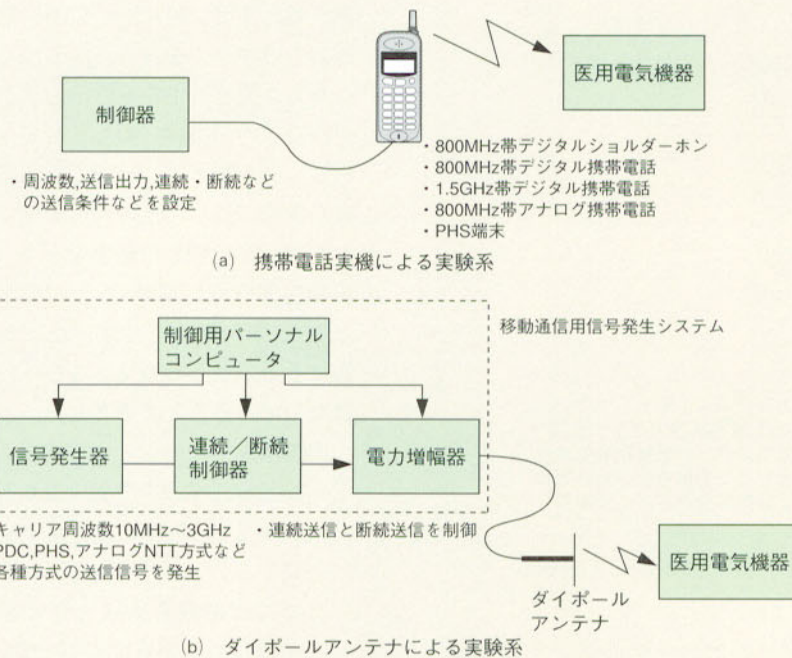


図2 一般医用電気機器EMI実験系の構成
Figure 2 Experimental Setups for Medical Devices EMI.

放射する電波が周辺環境に及ぼす電磁環境と、携帯機の利用者などに関わる局所吸収の二つの問題が検討課題となる。

また逆に携帯機の受信機に対する他の機器からの妨害波を検討することが重要である。例えば2.45±0.05GHzを用いるISM (Industrial Scientific Medical) 機器 (電子レンジなど) の帯域外放射妨害波による1.5GHz移動通信システムや移動体衛星通信システ

ムなどへの受信干渉である。また携帯機に接続して利用されるデータ処理装置などについても、高感度受信器に影響を与えないようにする必要がある。このほか、一般の機器に必要なEMC検討項目は移動通信機器についても同様に対処する必要がある。

医用電気機器とのEMC

現代医療には様々な機器が用いら

れ、それらは治療用機器、検査・監視用機器、植込み機器、その他に大別される。医療機器は厚生省の承認を必要とし、新開発と一部変更の合計で毎年4,000件以上が新たに承認されている。それら多くの医療機器のうち、電子回路を持つ医用機が携帯機によるEMIの検討を必要とする。正確なEMI評価のため、医用機の技術者を中心とした検討体制が必要である。NTT DoCoMoはこれまで複数の医療機工業会や製造業者などと契約を締結して、携帯機EMIの実験検討を約2年間に渡り協力して行ってきた。また並行して不要電波問題対策協議会 (以下、不要協と略称する) による調査の実施、問題発生防止のためのガイドライン策定、および報告書の作成に協力してきた。実験データとその解析結果は、工業会から不要協に提供した。

不要協の調査では、医療機関が保有する旧式の機器の実験も行った。それらは、製造業者との実験では調査できなかったものを含み、実験結果の充実が図れた。医用機全種類の実験は不可能であるが、医用機の製造技術者、医師、クリニカルエンジニア、学識経験者が選択した、EMIの検討が必要と考えられる延べ727機種について実験データを取得し、医療への影響などを分析した。不要協の調査報告書にすべての結果が整理されている[1]。

■一般医用電気機器

(1) 実験

植込み形心臓ペースメーカ、補聴器以外の機器を一般医用電気機器と仮に呼ぶ。工業会に協力した実験では59社の360機種、医療機関では、4病院の108機種のデータを取得した。実験は、電波暗室内もしくは医療機メーカーの地下室などで行った。実験系の基本構成を図2に示す。

(a)は携帯機の商用機を用いた実験系であり、最大送信出力とするために制御器を使用している。(b)はダイポールアンテナと標準信号発生器を用いた実

表1 実験における携帯電話などの無線諸元
Table 1 Radio Parameters of Portable Radios for EMI Experiments.

機器の種類	方式	送信周波数	最大出力	変調方式	備考
デジタルショルダーホン (800MHz帯)	PDC	800MHz帯	2W (バースト電力)	$\pi/4$ シフトQPSK	通常、出力は基地局からの命令により制御される。 実験では、送信出力を最大となるように設定した。
デジタル携帯電話 (800MHz帯)	PDC	800MHz帯	0.8W (バースト電力)	$\pi/4$ シフトQPSK	
デジタル携帯電話 (1.5GHz帯)	PDC	1.5GHz帯	0.8W (バースト電力)	$\pi/4$ シフトQPSK	
アナログ携帯電話 (800MHz帯)	アナログNTT方式	800MHz帯	0.6W	FM	
PHS端末	PHS	1.9GHz帯	80mW (バースト電力)	$\pi/4$ シフトQPSK	—

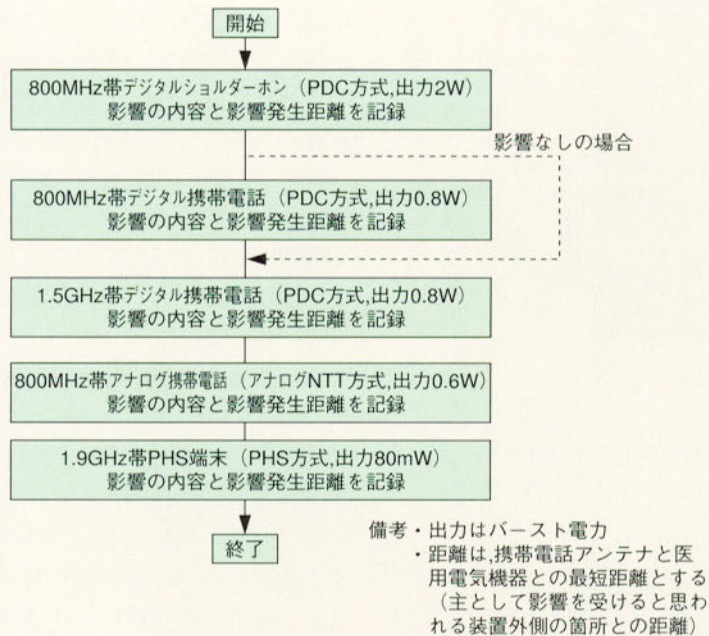


図3 EMI実験の手順

Figure 3 Experimental EMI Estimation Procedure for Medical Devices.

験系である。実際の使用条件下および出力などのパラメータを変化する条件での影響を評価するため、これら二つの実験系を用いた。

発射する電波には、実際の移动通信システムと同一の変調信号を用い、連続送信と一秒周期の断続送信の二つの送信モードで実験した。断続モードは最悪ケースの評価のため設定した。医用機の障害が電波の立ち上がりや切られるときに生じやすく、また脈拍付近の断続周期において障害の程度が悪化する場合がある(心電計など)ためである。実験で設定した各システムの無線諸元を表1に示す。

電波照射の手順の概要を図3に示す。人為的に偏波面を回転させ、影響の発生した距離(携帯機に一番近い医用機部分との距離)と影響の内容などを記録した。センサ部分などの医用機の最もEMIに弱い箇所が正確に評価できたかどうかなど、実験結果の妥当性は、当該医用機の技術者が確認した。

(2) 実験結果

実携帯機による実験結果例を図4、図5に示す。図4は影響が生じる距離特性を示す。横軸は影響の発生した距離、縦軸は全調査対象医用機に対する影響の確認されたものの割合を示す。

影響ありは、雑音がわずかに発生するなどの軽微な場合から、医用電気機器がアラームを出して動作を停止する重篤な場合まで、何らかのEMIが確認されたものすべてを含む。図5は心電計に与えた影響例である。出力波形に携帯機電波の包絡線に似た雑音が生じている。また図6は、確認されたEMI障害が医療に対してどの程度重篤であるかを評価し分類した結果を示す(不要報告書資料に基づく)。EMIが確認された医用機の90%は、わずかな雑音などを生じたのみで、医療への影響はないであろうと評価された。

実験結果は次のように整理できる。

- ・接触して電波を発射する状況まで含めて約60%の医用機で影響が発生した。逆に約40%の医用機では携帯機を接触させて電波を発射しても何ら問題はなかった。ここで、接触するような状況は、医用機の上に携帯機を置いたり、使用者のポケットにあって使用者が無意識に接触させるなどの場合を想定したものである。
- ・最大4mの距離で1機種のみ影響が確認されたが、95%の機器で1m以上の距離であれば影響は発生しなかった。
- ・医療に大きな問題が生ずる可能性があるEMIは、120cm以内の距離で生じた。
- ・停止した医用機をリセットするなど、何らかの対応をしないと医療

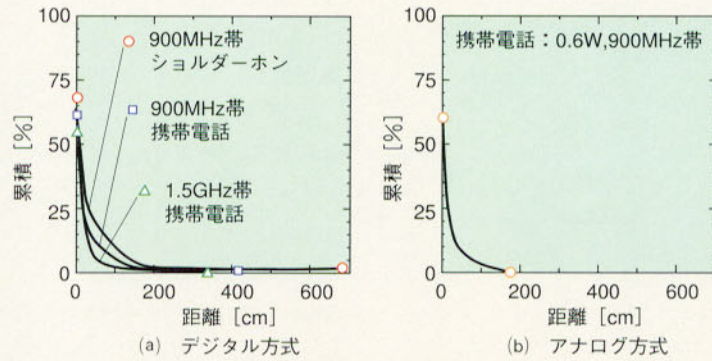


図4 一般医用電気機器の実験結果例
Figure 4 Experimental Results of Medical Devices EMI.

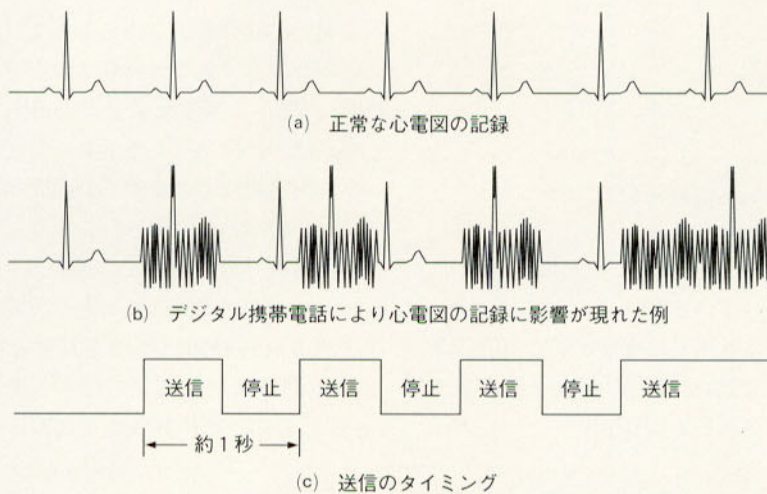


図5 心電計における影響例
Figure 5 A Practical EMI Example of Electrocardiograph.

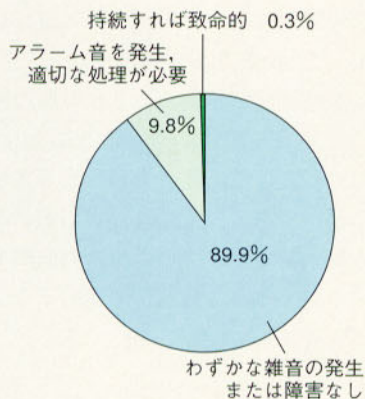


図6 障害の評価結果
Figure 6 Trouble Estimation of EMI.

に重篤な影響を与えると推定される場合は、EMIが確認された全体の約10%であった。

■植込み型心臓ペースメーカー

我が国での植込み型心臓ペースメーカー利用者は約20万人と言われる。約200機種が使用されており、10年間利用できるものがある。心臓の機能を補助するため、電気パルスを発生させる。センサや制御回路を有することから従来より各種のEMIの検討がなされているが、携帯電話についての検討は比較的最近のことである[2][3]。

NTT DoCoMoは、ペースメーカー協議会に協力して実験系を開発し、高精度なEMI実験を行った。我が国で使用されているほぼすべての機種についてデータを取得した。

(1) 実験

ペースメーカーのEMI実験では人体組織の電磁界遮蔽効果を考慮すること

が必要のため、疑似人体を使用する照射実験系を開発した。図7に照射実験系の外観を示す。

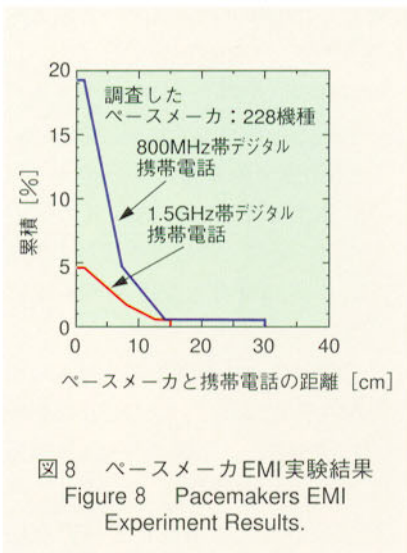
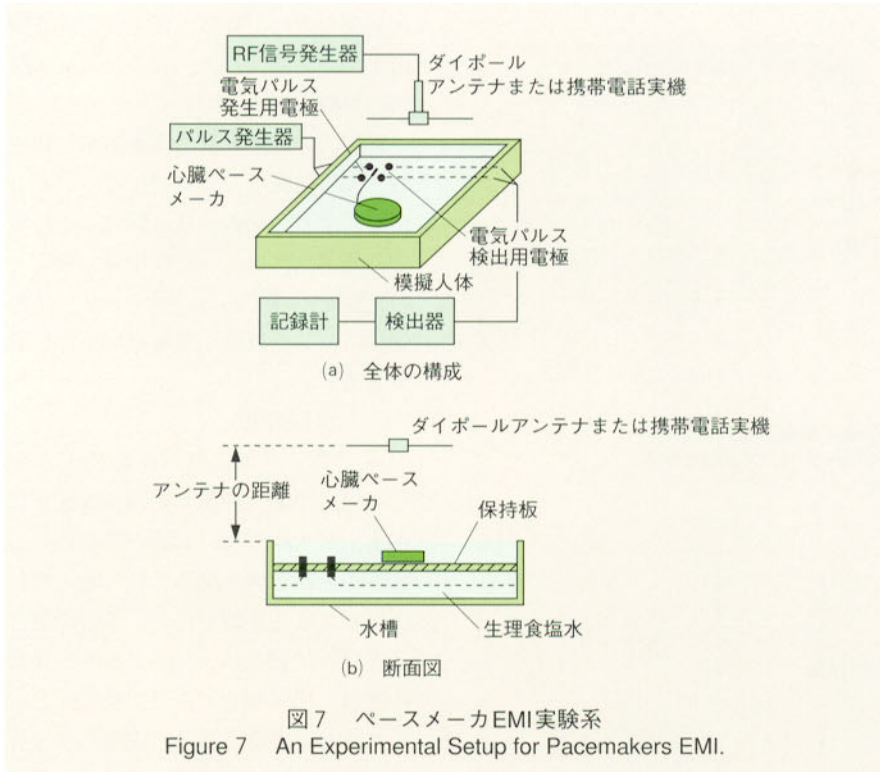
疑似人体は生理食塩水を基本に構成した。携帯機などの照射位置を高精度に設定するための治具も開発した。電波の発射条件は、一般医用電気機器での実験と同様である。ペースメーカーの動作はセンサ感度が最も高い条件に設定した。

(2) 実験結果

ペースメーカーに何らかのEMIが生じた場合の最大距離との関係を図8に示す。最大距離は、影響が生じている状態から携帯機を離していったときに影響が止まる距離である。この距離より遠ければEMIは一切生じない。また距離は、携帯機のアンテナ給電点と模擬人体との距離であり、実際の携帯機使用状態では、携帯機のアンテナ給電点もしくは筐体とペースメーカー植え込み部分の肌との距離と考えればよい。

実験結果は次のように整理できる。

- ・800MHz携帯機の場合で約20%、1.5GHzで約5%のペースメーカーに影響した。逆に約80%のペースメーカーは、携帯機を接触するほどに近づけても全く影響を受けなかった。
- ・影響はすべて可逆的で、電波の照射を停止すれば、すべて正常動作に復帰した。影響の内容は、出力パルスの周期異常、異常発生(パルスがでては困るときにでる)、異常停止(パルスがでなければならぬときに一つ抜けたり継続してでなくなる)であり、ペースメーカー植込み者に何らかの影響が生ずる可能性があるかと推定された。
- ・ペースメーカー協議会は、影響が起きる最大距離を高々15cmと判定した。少なくとも携帯機のいずれかの部分との距離を15cm以上にすれば影響は生じない。
- ・EMIは携帯機近傍の誘導磁界の結合で生じる[2]。



ペースメーカー協議会は、実験結果からペースメーカー植込み者に22cm以上の距離をとって携帯電話を利用するよう通知することを決定し、マニュアルに注意事項として記述するなどの各種の処置をとった。この安全距離は、15cmに対して磁界強度について2倍の安全係数をとっている（距離についてはルート2倍）。なお最大距離が30cmとなった1機種については、使用中の全患者に特

に注意を与えたので問題はないとしている[1]。

・なお米国では携帯電話の利用に際して15cm以上の距離をとるように指示している[3]。

■補聴器、人工内耳・中耳、在宅治療機器など

これらについても関連工業会、医師などに協力してEMI実験を行った。補聴器、在宅治療機器についての実験結果は、不要協の報告書に取りまとめられている。補聴器へのEMIは、デジタル電波の場合に雑音を発生させ、その音圧は、補聴器装着者が携帯電話を使用できないほどのレベルとなる。アナログ携帯機の場合には、電波の包絡線変化がないことからほぼ無音となるが、いわゆる感度抑圧と呼ばれる非線形現象が生じ音声利得の低下が起きる。デジタル携帯機のEMIによる雑音が検知される最大距離はおおむね1m以内だが、3m近くとなる補聴器もある。在宅治療機器でのEMIは一般医用電気機器と同様であった。

人工内耳、人工中耳についてはほぼ一般補聴器と同様のEMIを生ずる。影

響の最大距離は1m程度である[4]。

■対策

携帯機によるEMIが医療に影響する可能性が確認された。実際の問題の発生を防止することが重要であり、不要協のイミュニティ委員会は、『携帯電話の使用に関する指針』を公表して関係機関の対応を促した。この指針は、郵政省、厚生省、医用機工業会、医師、通信機械工業会、通信事業者、学識経験者によって構成された医用電気機器作業部会が策定した。手術室などEMIの影響が重篤となる恐れのある場所に携帯電話を持ちこまない、といった内容である（詳細は報告書を参照）。現在、電波産業会による医療機関向けパンフレットやポスタの配布など、関連機関による本指針の周知徹底のための活動が展開されている。

技術的対策については機器個々の問題となるが、世界的に対応の重要性が認識され移動通信電波を対象としたEMC対策部品の開発も始まっており[5]、今後の進展が期待される。ペースメーカーについては、本体の端子部にRF除去フィルタを装着すればEMIの問題を解決しうることが確認され、新機種についての対策実施が米国では勧告されている[3]。

医用電気機器のイミュニティ改善が重要だが達成には時間がかかる。一方、医療機関で使用される携帯機の最大送信出力を低減させることにより、EMIの発生の可能性を大幅に低下させることができる。常時送信出力制御を行う屋内基地局システムや出力低減モードを有するパッセージの適用は今後の実際的な対策として期待できる。

■その他の電子・電気機器とのEMC

その他の電子・電気機器についても世界的にEMIの検討が行われている。我が国では、航空機搭載機器へのEMIについて、航空機搭載環境委員会が構成され検討が行われている。火災報知器については、日本火

災報知器工業会に環境ノイズ対策研究会が構成され検討が行われている。また、消防庁は「消防機関で使用する医用電気機器への電波の影響に関する委員会」を構成し検討を行った[6]。これらの委員会にNTT DoCoMoは参加して実験協力などを行っている。

■EMC規格との関連

EMIを受ける側における標準的技術対応はイミュニティ規格に基づき行われる。医用機の国際的な規格として、IEC601-1-2がある。また、イミュニティ試験法の規格としてIEC61000-4がある。補聴器についてはIEC118-13がある。我が国の規格としては、日本医用機器関係団体協議会がIEC601-1-2を自主ガイドラインとして採用している（1997年4月発行）。情報技術装置の規格はCISPR24として取りまとめられつつある。

IEC601-1-2によれば、当該機器に3 V/mの電界強度で電波を照射しても問題となるような障害が発生しないこととある。補聴器の規格では、1.4～2 GHzでは、2 V/mの電界に対して問題が起きないことという事項が追加される。試験は、1 kHzの80%AM変調RF波を使用する（3 V/mは、無変調時の値で規定され、AM変調時には1.8倍の強度となる）。性質の異なる様々な電波をAM波で代表させている。

大ざっぱに言えば携帯機電波については、その最大パースト出力点（PDCで0.8W、アナログで0.6W）での電界強度と3 V/mの規格値を比較することで、当該電子機器へのEMIを推定できる。なお、IEC61000-4には、移动通信のTDMA電波のEMIをより忠実に評価する場合のため、パルス変調の試験も規定されている。

図9は電界強度と携帯機からの距離の計算例を示す。携帯機のアンテナ利得は-2 dBd（ダイポールアンテナ基準）とし、送信出力はパースト値である。図の特性は、距離 r が1波長程度

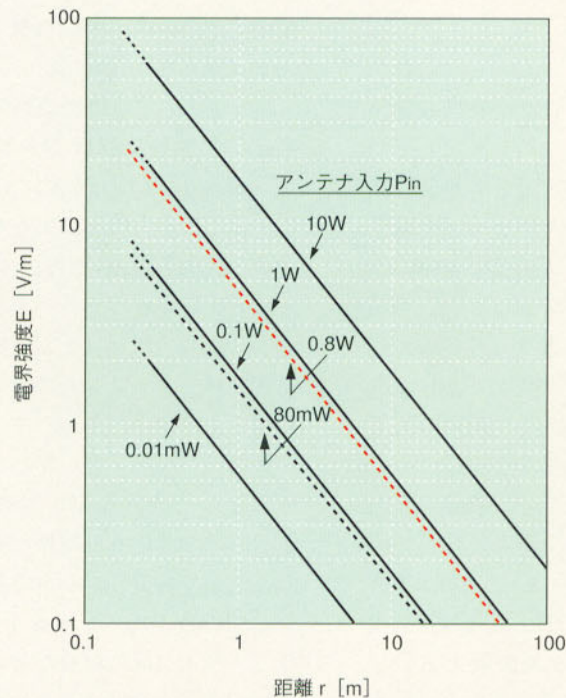
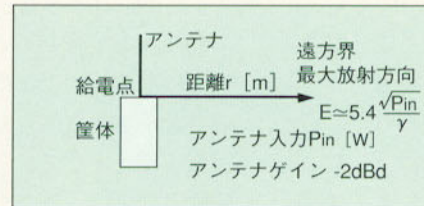


図9 携帯機の電界距離特性（計算値）

Figure 9 Electric-Field Strength of Portable Radios (Calculated).

以上の遠方界に成立するので、近傍界の領域には計算結果を記述していない。

図から、例えばPDC携帯機の最大出力は0.8Wだから、距離1.6mで電界強度が3 V/mとなりこの距離以内に医用機が存在すると、何らかのEMIを生ずる可能性がある。PHSではパースト出力が80mWだから、EMIの生ずる可能性のある距離は、約50cm以内となる。現状規格による限り、携帯電話を医用機から1.6m以上離して使用することが必要となる。

医療機関内に一つの基地局エリアを構成し、携帯機出力を低減してEMI発生確率を低減させることは当面の実際的な技術対策である。しかし、抜本的解決のためイミュニティ規格を高めて

いくことが今後重要である。実際、一部の医用機に対して10V/mに規格値を引き上げる検討がIECですでに開始されている。

■電波防護

電波が生体に照射され、その照射電力があるレベルより高いとき、何らかの健康影響が生ずることが確認されている。このため電波の安全な利用を図ることを目的に、生体影響を生ずるいき値に十分な余裕をとるための安全係数を付加した『電波防護指針や規格』が世界各国で策定されている。冷戦下では国によって指針値に大きな差がみられたが、近年では世界的にほぼ同様な数値に収束しつつある。

電波利用に際しては、専門家の知見

に基づく1990年の電気通信技術審議会
の指針[7]またはそれに基づく電波
産業会の自主規格を遵守することが基
本である。1997年4月には電気通信技
術審議会は、携帯電話などを対象に局
所吸収指針の追加を新たに勧告してい
る[8]。局所吸収指針の適合性を評価
するため、特殊な実験系や高度な計算
機解析が必要である。

■局所吸収指針（1997年4月の電通 技審答申による）

本指針は、携帯電話などの身体に接
近して使用する小型無線機などに適用
する。局所SAR^{*2,3}が任意の組織10g
当たりで2 W/kg以下であること（四肢
では4 W/kg以下）となっている。全
身平均SAR^{*4}が一般環境で0.08W/kg
以下であるという規定も同時に与えら
れている。詳細は答申を参照。

電波防護についても電子機器などの
EMC規格と同様に、測定の容易性から
電磁界の強度に基づいて管理する方が
便利である。しかし、例えば送信出力
が数mWと微弱な無線機であっても、
アンテナ直近の電磁界強度は、本質
的に距離の2乗や3乗に反比例して増
大するから大変高い値を示す。その
ような電磁界強度の高い場所を含む
空間に人体がいても、数mWの電力しか
放射されていないので健康に影響す
ることはまずない。このような理由
から、携帯電話のように人体に近接
して使用する無線機は、電磁界強度
でなく、人体に吸収される電力の指
標である局所SARで評価することと
なる。

全身平均SARに関して、体重40kg
の子供を仮定してもアンテナ出力（平
均値）3.2W（0.08W/kg×40kg）以
下の送信機であれば、いかなるばく
露条件でもこれをクリアするので、
現行のすべての携帯電話は全く問題
なく適合する。局所SARについては、
アンテナ出力（平均値）が20mW以
上（2 W/kg×10g）の無線機では、
機種ごとに何らかの方法で適合性を
確認することが必要となる。出力が
20mW以下

であれば測定は無論不要である。一
方、平面波ばく露などの全身にほぼ
平均的に電波が照射されるような状
況、例えば基地局周辺などでは、人
体の存在しない空間の電力密度また
は電磁界強度を測定することで指針
適合性を判定すればよい。

■携帯電話の局所SAR評価

(1) 測定系

ファントムと呼ばれる疑似人体を
使用して実験的に局所SARを推定（測
定）する。ファントム内に吸収され
る電力または電力吸収による温度上
昇を計測して局所SARを導出する。
局所SARを決定するパラメータは、
携帯機の平均出力、ファントムと携
帯機との位置関係、ファントムの電
氣的性質と形状である。

人体は、筋肉、骨、脂肪など組織ご
とにその複素誘電率が異なり、また
脳、眼球の違いなど複雑な構造を有
する。組織や構造の違いまで忠実に
模擬するものを不均一ファントムと
呼び、また、例えば筋肉材料などの
一種類の組織で全体を模擬するもの
を均一ファントムと呼ぶ。数GHz以
下であれば、均一ファントムで十分
な測定精度が得られる。ファントム
には、生理食塩水

を基本とする液体およびそれを半固
化したジェリーファントムと高誘電
セラミックスを主成分とする固形
ファントムがある。前の二つは、形
状を模擬するために容器が必要だが、
後者は任意の形状を模擬できる利
点がある。図10は、NTT DoCoMo
が開発した人体頭部固形ファントム
例である。

これらのファントムを使用して以
下の二つの方法でSARを評価してい
る。

① サーモグラフィ法

局所SARが当該組織の温度上昇
と比例することを利用した測定法
である。高出力（100W以上）の模
擬携帯電話でファントムに強い電波
を照射し、短時間に内部の温度上
昇を赤外線温度カメラで測定して
局所SARを導出する。2次元撮影
像として得られる温度分布は、SAR
分布に高い精度で一致するので局
所SARの最大値を容易に評価でき
る利点がある[9]。SAR分析を可
能とする十分な温度上昇が得られ
ないため、携帯電話実機での測定
はできないが、NTT DoCoMoの提
供する各種携帯機の形状を模擬し
た高出力携帯機を構成し、携帯機
ごとの局所SARデータを取得してい
る。



図10 人体頭部固形ファントムモデル
Figure 10 Life Size Humann Head Dry-Phantom Model.

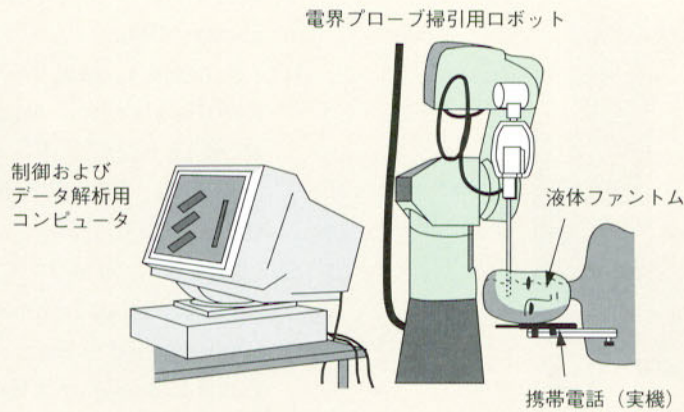


図11 電界センサ掃引型SAR測定系
Figure 11 SAR Measurement System using E-field Scan Sensor.

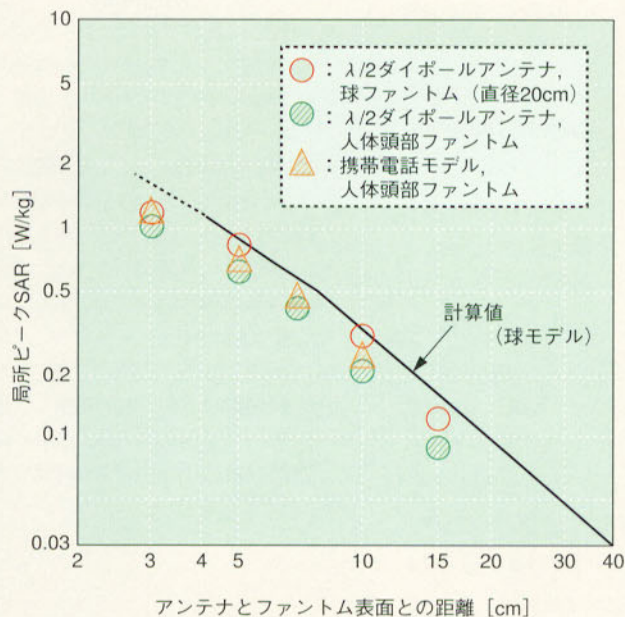


図12 局所ピークSAR測定結果例（アンテナ出力1）
Figure 12 Examples of Measured Spatial Peak SAR (Antenna Power 1W).

② 電界センサ掃引法

局所SARは、ファントム内部の電界強度を電界センサで測定することで求められる。ただし、電界分布を乱さないように極めて小さな等方性電界センサとセンサを3次元で高精度にファントム内で掃引する機構が必要となる。この方法による測定系が近年欧米で商品化されている。図11はNTT DoCoMoが設備した測定系である。

ファントムは、FRP (Fiberglass

Reinforced Plastics：強化プラスチック)の容器に液体ファントムを入れたもので、上面が開放されている。電界センサは工業用ロボットのアーム先端に保持し、上面から液体ファントム内に挿入して空間掃引する。掃引動作の制御、データ解析・記録などのために専用コンピュータが使用される。NTT DoCoMoでも本測定系を使用して各種の携帯電話実機についての局所SAR評価を行っている。米国FCC (連邦通信委員

会)は、1996年8月から携帯電話などの型式検定項目に局所SARの評価義務を規定しているが、製造業者が提出しているデータは本測定系で得たものと言われる。

(2) 測定結果例

実験で得た局所ピークSAR (局所SARの最大値)と携帯機/ファントム距離特性の一例を図12に示す。ただし、SARは1g平均値とみなしてよい。携帯機の出力は1W (平均値)としている。図より、距離が2cm以上で局所ピークSARが2W/kg以下となる。実際の携帯機では、出力がアナログで0.6W、デジタルフルレート機とハーフレート機でそれぞれ0.26Wおよび0.13Wと図12に示す場合よりずっと低く、また10g平均値は1g平均値より小さくなるので、携帯機実機の局所ピークSAR (10g平均値)は十分に2W/kg以下となる。

■電界強度測定による指針適合性評価

携帯機より出力が高い自動車電話については、電磁界強度測定で指針の適合性を評価するのが一般的である。図13は、開発した高精度電界自動測定系による測定風景例である。自動車内外の空間をmm単位で電界センサを3次元掃引して自動車内外の電界分布を測定する。測定系の構造体はFRPで構成し電磁界分布を乱さないようにしている。

基地局アンテナの近傍領域の電磁界は同様に、電波暗室内にアンテナを設置し、その周囲を電界センサを3次元的に掃引させて測定する。

NTT DoCoMoでは、以上のような測定系で詳細な電磁界分布データを取得している。

■研究協力

電磁波の生体影響について科学的に100%の安全性を証明することは不可能だが、これまで世界各国で様々な研究調査が行われ、防護指針を遵守する限り健康影響はないというのが専門家



図13 自動車電話アンテナ周囲電界測定風景
Figure 13 Measurement of Spatial E-Field Distribution Emitted by Car-Phone Antenna.

の共通認識となっている[10]。研究者の間ですら永遠に尽きない議論に終符を打つことが検討され始めているが、一方で不安を少しでも解消するための努力を続けることが重要という見解もある。NTT DoCoMoでは、このような不安の解消に向けた大学の生物実験や研究に各種の協力を行っている[11][12]。

あとがき

最近特に注目を浴びている話題を中心に、EMCの研究状況などを概説した。移動通信の円滑な普及発展のためEMCの確保は必須の条件である。移動通信機器の制限のない利用に向けて、機器EMCについては更なる技術開発を進め、様々な機器のイミュニティ基準が高まるよう関連機関などに協力していくことが、また電波防護については科学的に確かな評価を行い、過度の不安や疑問が生じないような状況を確認していくことが重要である。

文献

- [1] “携帯電話端末等の使用に関する調査報告書”，不要電波問題対策協議会，平成9年4月。
[2] 豊島，他：“携帯電話等のベースメーカーに及ぼす影響”，日本心臓ペースング・電気生理学学会，心臓ペースング，Vol.12，No.5，1996。

- [3] “Evaluation of Interference Between Hand-Held Wireless Phones and Implanted Cardiac Pacemakers”，Wireless Technology Research, L.L.C., 1996。
[4] “携帯電話機の使用テスト”，人工内耳友の会会報，No.34，p.65，1996年8月。
[5] S.Wakamatsu, et al.：“To Reinforce Immunities Around GHz Frequencies by EMI Noise Suppression Filters”，IEEE, International Symp.on EMC, 1996。
[6] “消防機関で使用する医用電気機器への電波の影響に関する委員会報告書”，自治省消防庁，平成9年3月。
[7] “電波防護指針”，電気通信技術審議会諮問第38号答申，平成2年6月。
[8] “電波利用における人体防護の在り方”，電気通信技術審議会諮問第89号答申，平成9年4月。
[9] T.Nojima, et.al.：“An Experimental SAR Estimation of Human Head Exposure to UHF Near Fields Using Dry-Phantom Models and a Thermograph”，IEICE Trans. Commun., VOL. E77-B, No.6, 1994。
[10] ICNIRP Statement,：“Health Issues Related to the Use of Hand-Held Radiotelephone and Base

Transmitters”，Health Physics Society, 1996。

- [11] Y.Kamimura, et.al.：“Effect of 2.45GHz Microwave Irradiation on Monkey Eyes”，IEICE Trans. Commun., VOL.E77-B, No.6, 1994。
[12] S.Watanabe, et.al.：“Characteristics of the SAR Distributions in a Head Exposed to Electromagnetic Fields Radiated by a Hand-Held Portable Radio”，IEEE Trans.on MTT., VOL.44, No.10, 1996。

用語解説

- *1 EMC：許容できないような電磁妨害を他の機器に与えず，かつその電磁環境において十分に機能するための，機器・装置またはシステムの能力のことをいう。
*2 SAR（比吸収率）：生体が電磁界に照射されたときの，単位質量当りの吸収電力の時間率をいう。[W/kg]で与えられる。
*3 局所SAR：人体の特定部分でのSAR。組織の特定質量（1gまたは10g）当りの平均値で評価する。
*4 全身平均SAR：SARの全身にわたる平均値を任意の6分間に渡り積算した後，時間平均をとったもの。人体が全身で任意の6分間に吸収した総合電力の時間率を体重で割った値に等しい。