医療分野における電波の安全性に関する説明会

日時：平成 29 年 8 月 28 日（月）14 時 30 分～16 時 30 分

会場：札幌国際ビル　８階国際ホール

主催：総務省 北海道総合通信局

後援：北海道テレコム懇談会

プログラム

14:00　開場

14:30　開会　主催者挨拶

14:35　説明１「医療での電波の利用と医療機器への影響」
総務省総合通信基盤局電波部電波環境課　課長　近藤 玲子

15:00　休憩

15:10　説明２「医療機関において安心・安全に電波を利用するために」
北海道大学　名誉教授　野島 俊雄 氏

16:10　質疑応答

16:30　閉会

説明 1

医療での電波の利用と医療機器への影響

総務省 総合通信基盤局
電波部 電波環境課
課長 近藤 玲子

医療での電波の利用と医療機器への影響

総務省　総合通信基盤局
電波部　電波環境課

電車内や病院内における電波利用の進展

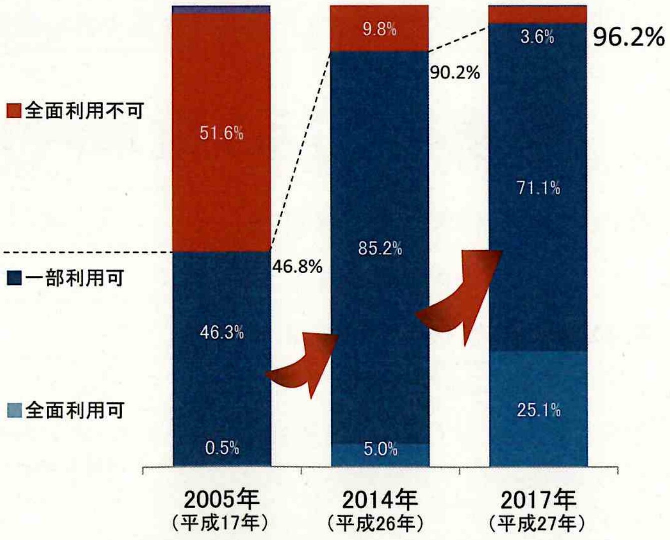
1

- ◆ 携帯電話の技術の進展（第2世代から第3世代／第3．9世代／第4世代へ）
- ◆ 医療機器の技術の進展
- ◆ 総務省指針の見直し

などを背景に、電車内や病院内における電波利用が順調に進展。

JR東日本等の新たな携帯電話利用ルールの周知ポスター
（心臓ペースメーカ等の植込み型医療機器への影響）

電車内での携帯電話利用ルールの緩和



出典：日本生体医工学会調査（平成17年）、総務省調査（平成26年、平成27年）

病院における携帯電話利用の進展

平成9年の不要協指針が電車内や病院内における携帯電話利用の制限の契機に

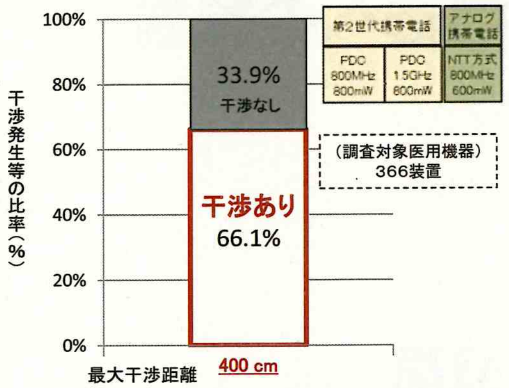
2

- 欧米において携帯電話による植込み型心臓ペースメーカへの電波干渉事例の報告。
- 携帯電話等が急速に普及する中、医用機器への影響を防ぐため、**平成9年**に不要電波問題対策協議会※が**「医用機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針」**を策定し、以下を推奨。

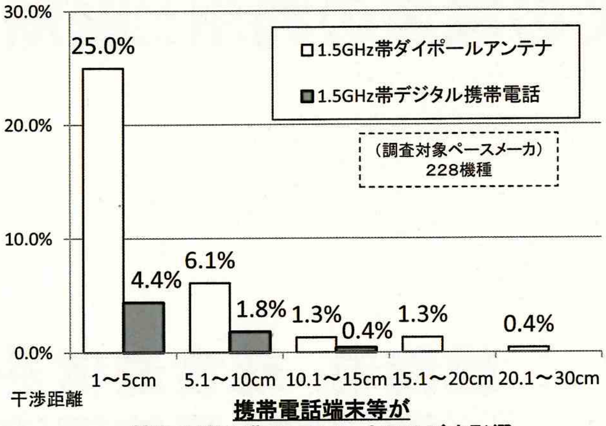
  携帯電話と植え込み型医療機器との推奨離隔（分離）距離を22cm程度以上とすること

  病院では待合室等の一定区域以外は、携帯電話を持ち込まないこと又は電源を切ること

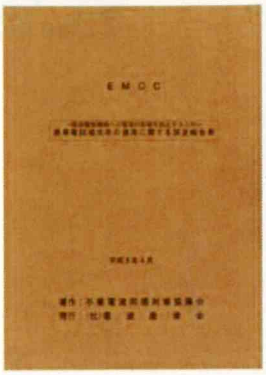
※有識者や関連団体等で構成される民間団体。現在の「電波環境協議会」。



携帯電話端末等が病院内で用いられる医療機器に及ぼす影響



携帯電話端末等が植込み型心臓ペースメーカに及ぼす影響



出典：不要電波問題対策協議会「携帯電話端末等の使用に関する調査報告書」（平成9年）

指針等を参考に、

① JR東日本等が**満員席／優先席付近で電源オフの呼びかけ**

② **病院における携帯電話の使用を原則禁止**

①携帯電話の電車内での利用ルールの推移

電車内での携帯電話の利用制限の経緯　4

年	内容
平成9年	「医用電気機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針」（推奨離隔距離22cm）の策定
平成10年	JR東日本が「満員電車で電源オフ」の呼びかけ
平成12年	関東17社が「優先席付近で電源オフ」ルールで統一
平成13年	関西20社も「優先席付近で電源オフ」ルールで統一

電車内での携帯電話利用ルール周知ステッカ例

携帯電話端末からの電波が植込み型医療機器へ与える影響の低下　5

- 総務省が実施した調査（実機を用いた実験）において、携帯電話端末からの電波が植え込み型医療機器（心臓ペースメーカ等）へ与える影響は、第2世代携帯電話に比べ、第3世代携帯電話では、大きく低下していることを確認。
- 平成24年7月に第2世代携帯電話サービスが終了したことを受け、平成25年1月に総務省が指針を見直し、推奨離隔距離を22cm以上から15cm以上へ緩和。
- 平成27年8月、総務省が指針を改定し、対象となる医療機器を追加するとともに、実験の実施条件を明記。

携帯電話端末（第2世代・第3世代）が植込み型医療機器（心臓ペースメーカ等）に及ぼす影響　実験結果

携帯電話	最大出力	影響が生じた距離（最大）
2G	800mW	14cm※1
3G	250mW	3cm※2
（参考）PHS	10mW	なし

※1　1機種は最大で30cmの距離で影響が発生。　※2　平成17年調査結果。以降、実機で影響が出た事例なし。

出典：電波の医療機器等への影響に関する調査研究報告書（平成24年3月）

実験の実施条件
（影響が生じやすい最悪ケースを想定）

- ◆ 携帯電話端末の送信出力を最大
- ◆ 電波を断続的に発射
- ◆ 植込み型医療機器の感度を最大

⇩

日常生活において、実験と同様な条件が再現されることは非常に稀

⇨ 植込み型医療機器の利用者であっても、日常生活において一定の配慮を払うことで、安全に携帯電話を利用することが可能。

JR東日本等による優先席付近のルール変更（平成27年10月1日～） 6

新たな電車内での携帯電話利用ルール周知ポスター

東北、関東、信越の
鉄道事業者37社による発表
（平成27年9月17日）

鉄道事業者各社の
自主的な判断によるもの

上記以外にも、
全国各地の鉄道事業者等に
よりルールが変更

全国各地における優先席付近での携帯電話使用ルールの変更 7

○ 総務省の指針改定を受け、各地域の鉄道事業者において、優先席付近の携帯電話の使用ルールを緩和※する動きが活発に。

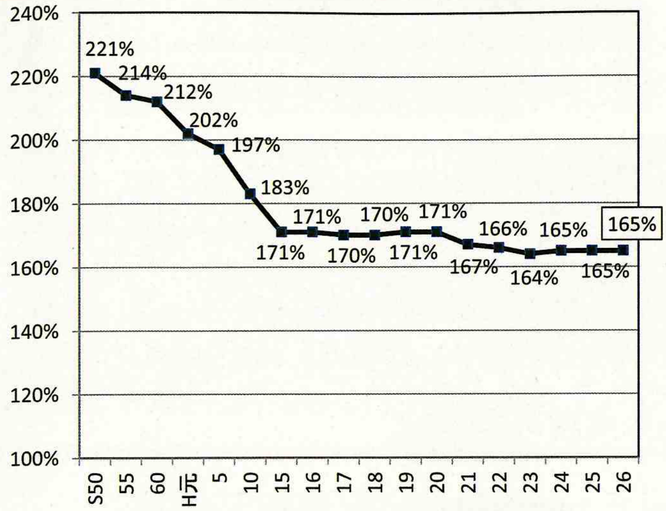
※優先席付近において、「携帯電話の電源を切る」から「混雑時には携帯電話の電源を切る」に変更。

各地域における優先席付近での携帯電話使用マナーの変更状況

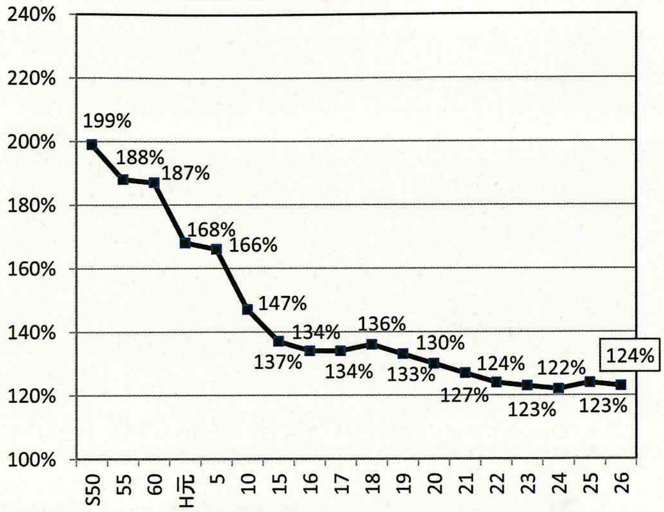
地域	対象鉄道事業者等	変更時期
近畿	JR西日本（近畿）、阪神鉄道、阪急鉄道、交通局（大阪市、神戸市、京都市）等25社	平成26年7月1日～
東北・関東・信越	JR東日本等37社	平成27年10月1日～
東海	JR東海、名古屋鉄道、名古屋市交通局（地下鉄、バス）等6社	平成27年12月1日～
九州	JR九州、西日本鉄道、福岡市交通局等11社	平成27年12月1日～
北海道	JR北海道	平成28年3月26日～
北陸	JR西日本	平成28年4月1日～
中国	JR西日本	平成28年4月1日～

（平成28年4月25日時点。各総合通信局等調べ。）

（参考） 関東と関西の鉄道乗車率比較



東京圏（31区間）の平均混雑率の推移
混雑率※180%を越える区間：8区間
最高混雑率：200%（東京メトロ東西線）



大阪圏（20区間）の平均混雑率の推移
混雑率※180%を越える区間：0区間
最高混雑率：144%（阪急宝塚本線）

（平成26年度）

※混雑率は最混雑時間帯1時間の平均

混雑率の目安

出典：国土交通省統計（平成27年度）

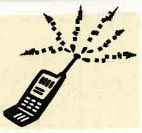
「混雑時」の明確な定義はないが、JR東日本は「乗客の体同士が触れ合う程度」と説明

②医療機関における電波利用の推進

医療機関における携帯電話の利用環境の変化

10

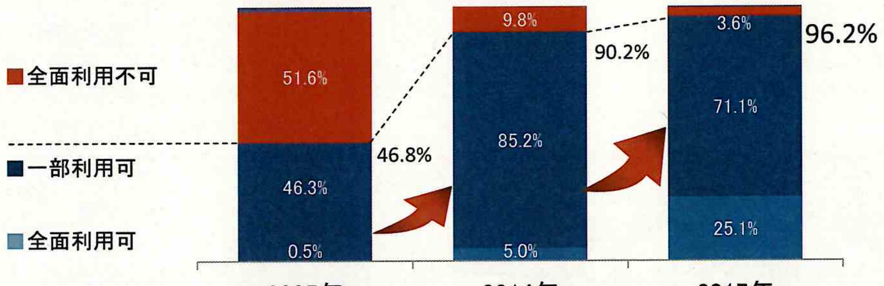
電波の最大出力が大きく、医療機器への影響が生じやすい第2世代携帯電話のサービス提供が平成24年7月に終了。また、医療機関における携帯電話の利用ニーズが高まる。



平成26年8月　指針の策定（携帯電話の使用を原則認める）

電波環境協議会が「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針」を策定。
同指針では、原則として、**携帯電話の使用**（通話含む）を**認める**ことを推奨。
また、医療機器からの推奨離隔距離を**1m**に設定。ただし、独自の試験等で安全性を確認している場合、より短い離隔距離を設定することが可能。

院内で携帯電話の使用が可能な病院の増加



医療機関における携帯電話の利用状況

（出典）
2005年…日本生体医工学会・医療電磁環境研究会「病院内での"携帯電話"使用に関する調査」
2014年…総務省「病院内における携帯電話の使用に関する調査」
2015年…総務省「病院内の電波環境に関する調査」

（参考）携帯電話の受信状況と送信電力の関係

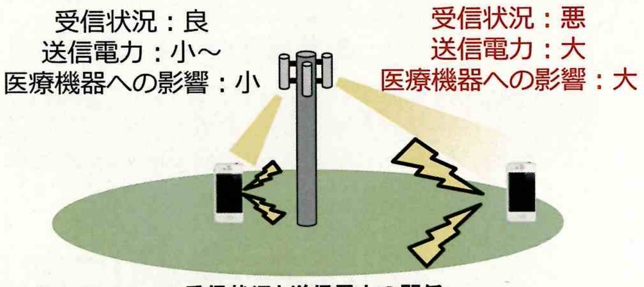
11

- 第2世代携帯電話から第3世代携帯電話へとサービスが移行し、携帯電話端末から送信される電力が大幅に低下。なお、電波の送信電力が大きくなると、医療機器への影響が大きくなる。

第2世代／第3世代携帯電話の最大送信電力と医用電気機器との推奨離隔距離の比較

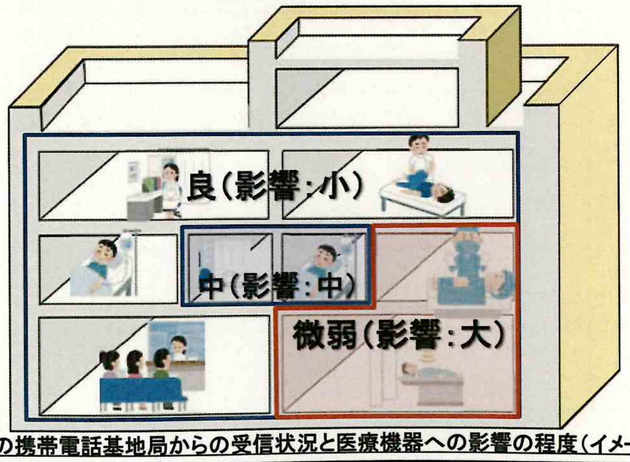
	第2世代	第3世代
最大送信電力	800mW	250mW
医用電気機器との推奨離隔距離※	2.1m	1.1m

※推奨離隔距離 $d[m] = 2.3\sqrt{P}$（P:送信電力[W]）【IEC60601-1-2】



受信状況と送信電力の関係

- 携帯電話は、基地局からの電波の受信状況が悪い場合には、送信電力が大きくなる傾向。
- 病院は、放射線等を扱う機会が多いことから、構造物に金属を多用する。このため、建物内では、携帯電話基地局からの電波の受信状況が悪く、医療機器への影響が大きくなる。



病院内の携帯電話基地局からの受信状況と医療機器への影響の程度（イメージ）

医療機関における携帯電話等の使用に関する指針①

12

一般利用者（患者や見舞客）向けルール

● エリアごとに適切な使用ルールを設定することで、患者等の利便性向上、安心・安全な携帯電話等の使用に貢献

①医用電気機器への影響の防止の観点

●医療機器に近接して使用した場合の影響のおそれ

⇒ 電磁的耐性の国際規格等を踏まえ、安全に使用できる医療機器との離隔距離（1mが目安）を設定

⇒ 特に、医療機器の上に携帯電話等を置くことは絶対に避けること。

②マナーの観点

● 通話等は、診療や患者の静養を妨げるおそれがある場所では控えるべき。

● カメラ撮影、録音等は、医療情報・個人情報の漏洩防止の観点から控えるべき。 等

＜参考：①、②を踏まえたエリアごとのルール設定の事例＞

場所	通話等	メール・Web等
食堂・待合室・廊下・EVホール等	○	○
病室等	△（多人数病室では通話は×）	○
診察室	×（電源を切る必要はない）	△（電源を切る必要はない）
手術室等	×（電源OFF）	×（電源OFF）
携帯電話使用コーナー	○	○

医療機関における携帯電話等の使用に関する指針②

13

医療従事者向けルール

● ICTを活用した医療業務の迅速かつ最適な遂行のために、医療従事者には、利用者向けルールよりも柔軟なルールが設定できることが重要。

【従前】

•平成9年の不要協指針では、医療従事者の使用について言及無し。

•利用者と同様のルールが適用されてきた事例が少なくない（医療従事者向けルールを設定している病院は全体の18.8%）。

【指針】

･･･医療業務用の携帯電話端末の使用については、医療業務の迅速かつ最適な遂行に資するものであるため、医用電気機器への影響の防止に関する教育が十分になされることを前提として、通話等を含めて原則として使用可能とすることができる。

※手術室等のリスクの大きい医用電気機器の有るエリアでは影響を及ぼさないことを確認。

※利用者がルールを混同しないように、ステッカ等により識別。

※私用携帯電話使用については、原則一般利用者と同じルールを適用。

医療機関における安全な電波利用の推進に関する取組

背景

- 医療機関において携帯電話、無線LANや医用テレメータなど電波を利用する機器の普及が拡大するとともに、患者等による医療機関での無線機器の利用が増加している。
- 医療機関における電波管理等が適正になされていない場合には、医療機器にトラブルが発生したり、高度な医療ICTシステムを導入する際の弊害となるだけでなく、事故等につながることが危惧される。

医療機関における電波利用の推進に関する検討

平成27年7月28日	検討開始に関する高市大臣発表 （9月11日に専門家チーム注の設立について高市大臣発表）
平成27年9月14日	検討開始 総務省、厚生労働省、医療、通信、建築等の専門家チームによる検討
平成28年4月4日	「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」等の公表 医療機関での電波利用に関する**トラブルと対応策の事例等**
平成29年6月28日	医療機関における「電波の安全利用規程（例）」等の公表【予定】 医療機関での**電波を安全に利用するための院内での電波利用ルールのひな形**

注：電波環境協議会（EMCC）医療機関における電波利用推進部会

周知啓発（総務省、厚生労働省）

平成28年度
- ◆ 全都道府県及び関連機関への周知【厚生労働省】
- ◆ 全国各地での説明会（20回）
- ◆ 全国規模のシンポジウム（平成28年12月16日）
- ◆ 学会等での講演（計9回）

平成29年度
- ◆ 全国各地での説明会（約40回（予定））
- ◆ 全国代表者会議と各地域での協議会（11カ所）の創設
  - ✓ 地域での連携体制を強化してきめ細やかな周知

検討の背景

- ◆ **医療機関では、電波を利用する機会が拡大し、様々な電波利用機器を活用 【図1】。**
- ◆ **携帯電話が利用可能な医療機関の割合は2017年には96.2%（2005年には46.8%）【図2】。**
- ◆ **電波を利用する機会の増加に伴い、無線に関わるトラブルが増加。中でも、医用テレメータ、無線LAN、携帯電話で多くのトラブルが発生 【図3、4】。**

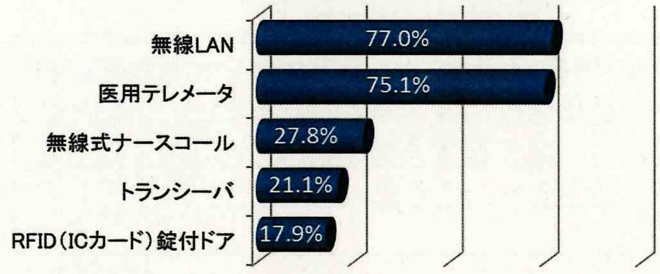


図1 医療機関に導入されている医療機器の例（電波利用機器）
出典：総務省調査（2017年）

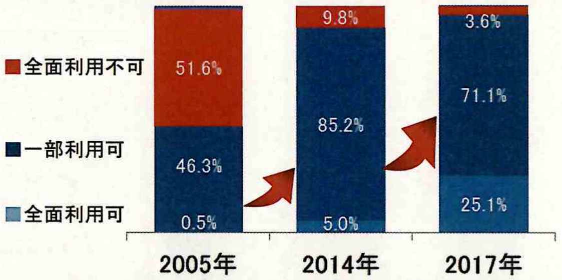


図2 医療機関における携帯電話の利用状況
出典：日本生体医工学会調査（2005年）、総務省調査（2014年、2017年）

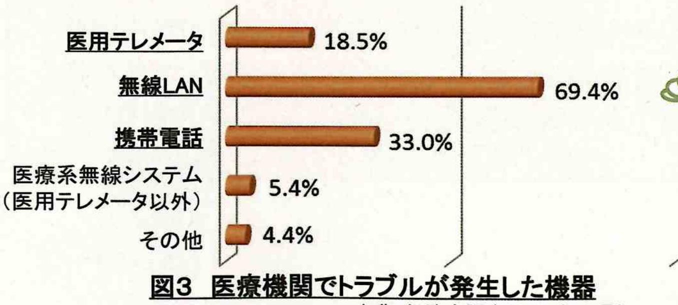


図3 医療機関でトラブルが発生した機器
出典：総務省調査（2015年12月）

医療機関において適正に電波を利用するための課題

◆ **医療機関において適正な電波環境を確保するためには、主に以下の課題が存在することが判明**
① 医用テレメータや無線LAN等の利用に伴うトラブル等の発生原因や対応策等に関する情報が不足
② 携帯電話等の電波利用機器の導入コストや医療機器への影響に対する懸念
③ 電波及び電波管理等に関する知識を持つ関係者が少ない
④ 部門横断的な電波管理責任者及び管理体制の不備

	トラブル等の例	対応策等の例
医用テレメータ	✓一部病室等で電波が届かない ✓不適切なチャンネル設定 ✓他機器による電波干渉	【医療機関】 ✓適切なチャンネル設定・管理※ 【製造販売業者等】 ✓推奨調達品等の情報提供
無線LAN	✓電子レンジ等の2.4GHz帯を利用した機器による電波干渉 ✓持ち込み端末等による電波干渉 ✓不適切なアクセスポイント・チャンネル設定	【医療機関】 ✓適切なアクセスポイント設置・管理 【無線LAN事業者】 ✓適切な情報提供等
携帯電話	✓病院で用いられる金属製の建築部材による電波遮へい ✓携帯電話の医療機器への影響 ✓通信インフラの導入・維持コスト	【医療機関】 ✓リスクの把握 【携帯電話事業者】 ✓屋内基地局等のインフラ整備

◆ 課題解決に向け、医療機関、医療機器製造販売業者、通信事業者等の関係者が連携して取り組む事が必要。

◆ 医療機関において安心・安全な電波の利用を実現するため、**トラブルと対応策（取組フロー図など）の事例**や、**電波を管理する体制構築**の在り方等を整理した**「手引き」**を作成（平成28年4月）。

医用テレメータのトラブル事例

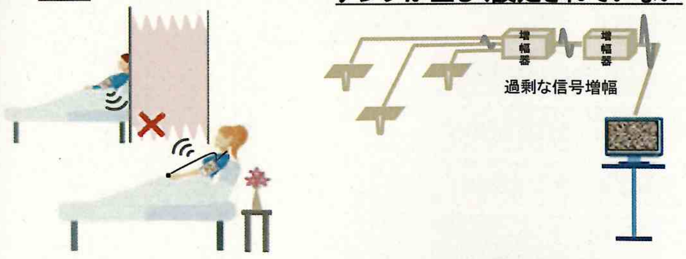
トラブル事例

事例① 電波が届かない

電池切れ　**遠い**　**遮られる**

事例② 不適切なチャンネル設定による混信・
アンプが正しく設定されていないことによる自己ノイズの増加

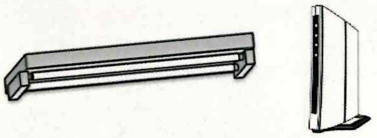
混信　**アンプが正しく設定されていない**



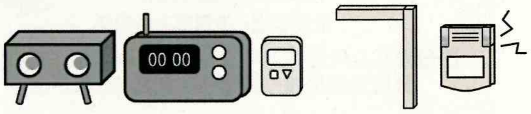
事例③ 他機器からの電波干渉

（例）

LED照明器具　**無線LAN**

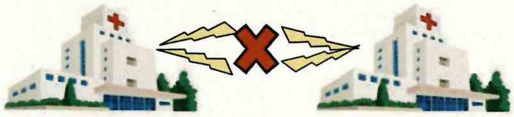


離床センサ　**ナースコール廊下灯**



他、院内の地上デジタル放送や衛星放送の配信ケーブル等からの電波干渉事例が報告

事例④ 近隣する複数病院の間での混信等

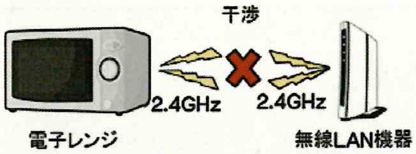


無線LANのトラブル事例

18

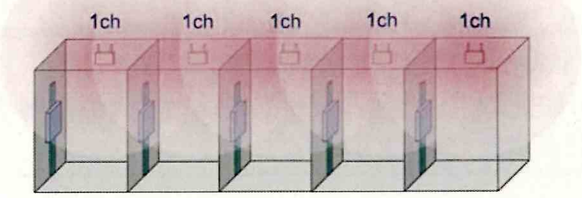
事例①　通信インフラの新設・増設のコスト等

事例②　電子レンジ、高周波治療器、Bluetooth等による電波干渉

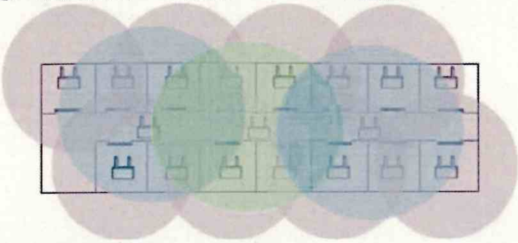


事例③　持ち込み端末や管理外の無線LANアクセスポイントによる電波干渉

事例④　不適切な無線チャンネル設定



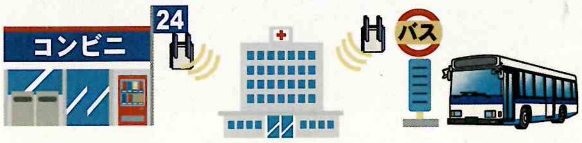
事例⑤　配慮を欠いた無線LAN　APの設置



事例⑥　不適切なローミング設定

事例⑦　5GHz帯無線LANに関する気象レーダ検知時の使用チャンネルの変更

事例⑧　外部環境（小売店舗、バス・バス停、自動販売機等に設置される無線LANアクセスポイント）からの電波干渉

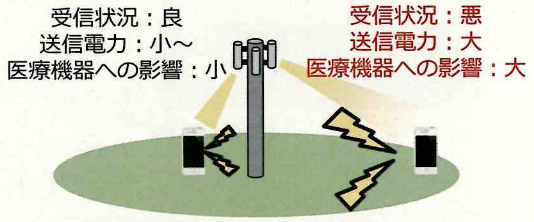


事例⑨　不適切なセキュリティ設定

携帯電話の課題

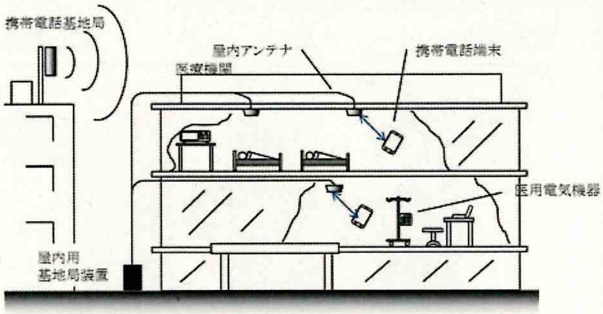
19

課題①　医療機関における携帯電話の利用が拡大しつつあるが、マナーの問題や医用電気機器への電波の影響が危惧



受信状況と送信電力の関係

携帯電話の受信状況が悪いと送信電力は大きくなり、医用電気機器へ影響を与えるおそれが増大



対策が必要な場合には、屋内基地局用装置を設置し、電波の受信状況を改善することが有効

課題②　通信インフラの整備には、一般にコストが比較的大きくなることが多く、医療機関における導入時の課題

（参考）先進的に電波を利用している医療機関の取組事例

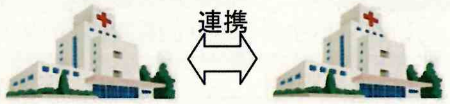
20

1 北里大学病院

責任者の設置 | 病院間連携 | 電波環境調査

院内電波環境の管理と隣接病院との連携による安全・安心なテレメータ利用

院内の電波環境を自ら調査し正確な状況を把握。
隣接する他病院と無線チャネルに関する情報を共有。

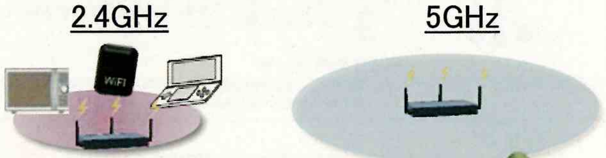


2 亀田総合病院

責任者の設置 | 病院内連携 | 医療機器影響調査 | 電波環境設計

5GHz帯無線LANの導入

次世代型電子カルテ等の先進的ICT医療システム導入のため、5GHz帯及び2.4GHz帯無線LANの両方が利用できる環境を整備。



3 金沢大学付属病院／東京慈恵会医科大学付属病院

責任者の設置 | 医療機器影響調査 | 電波環境設計

医療スタッフの携帯電話利用の全面解禁

屋内基地局を整備。携帯からの電波を抑制し、手術室やICUでも利用可能に（金沢大学付属病院）。

4 秋田大学医学部付属病院

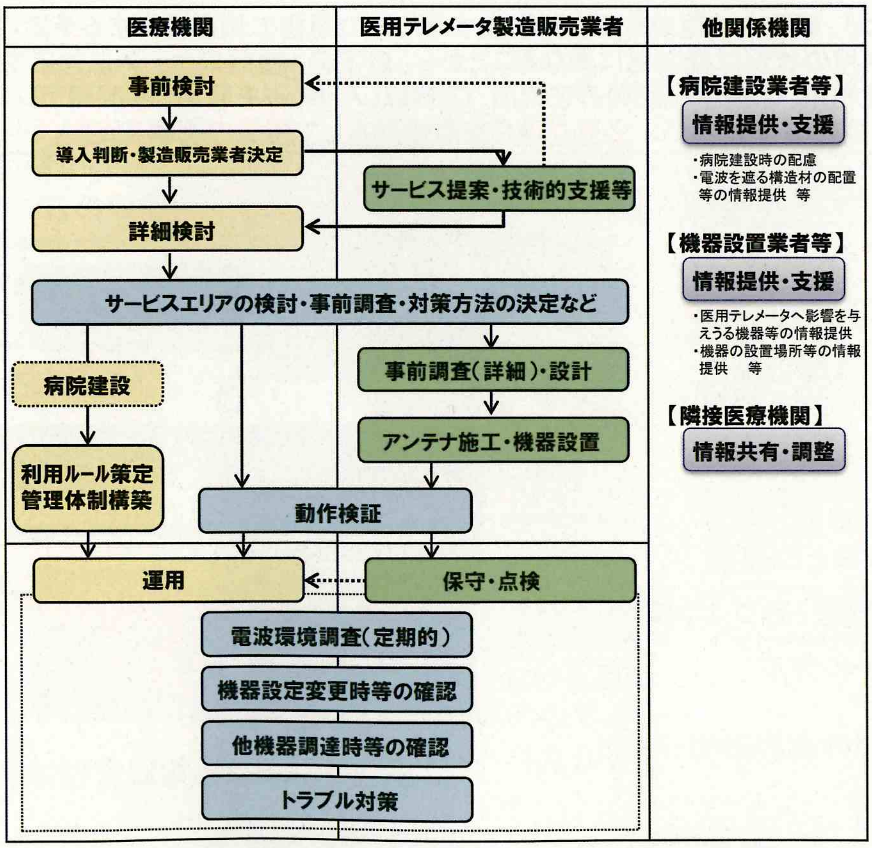
責任者の設置 | 医療機器影響調査 | 電波環境設計

電子タグ（RFID）による医療管理

患者や薬に電子タグを取り付け、照合することで、医療ミスを予防。患者の位置確認にも利用可能。

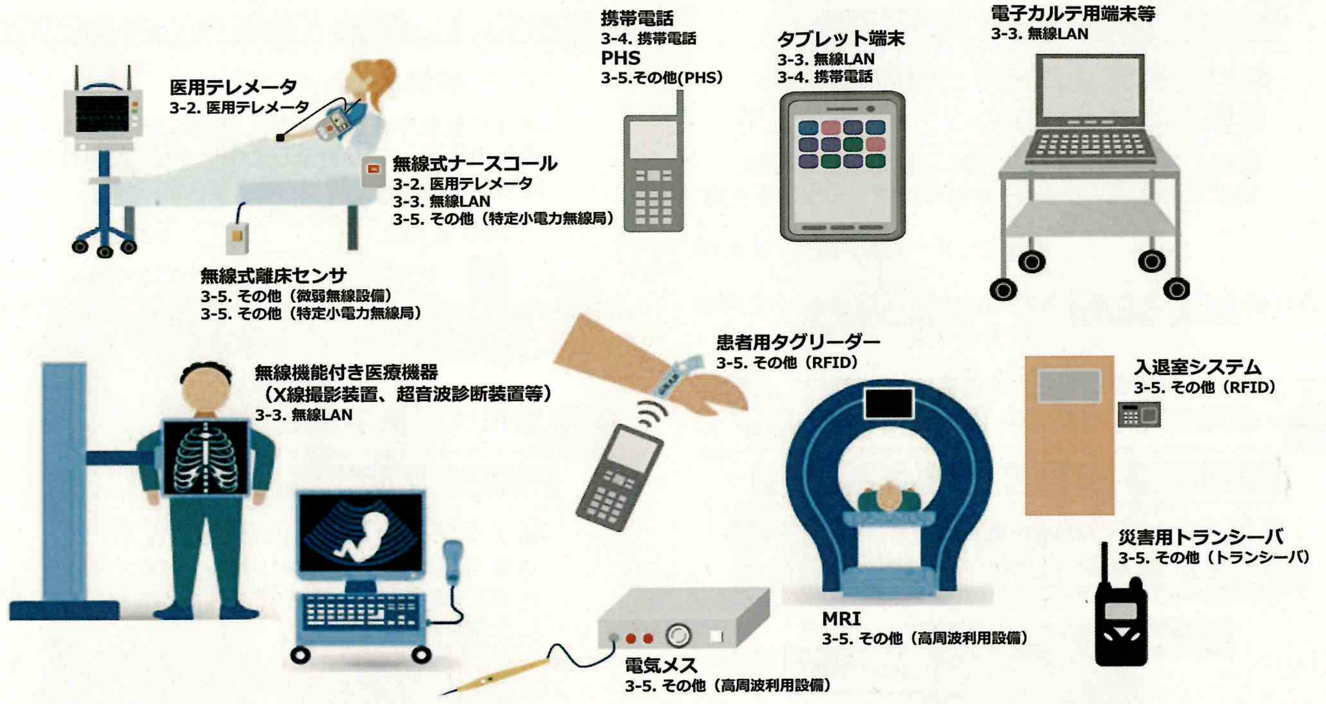
医用テレメータの対応策（フロー図）

21



（参考）手引きで対象とする電波利用機器（例）

22



医療機関における「電波の安全利用規程（例）」

23

- 電波環境協議会より、病院内で電波を安全に利用するための規程の例を提示する予定（平成29年6月末）。
- 医療機関の電波利用の状況は機関毎に異なることから、以下の4種類のケースに対応する規程（例）を作成。
  ①多種多様な機器を利用、②携帯電話のみを利用、③無線LANのみを利用、④医用テレメータのみを利用
- 各医療機関は、規程（例）を参考とし、<u>必要な項目を取捨選択して電波の管理を実施</u>。

電波利用安全管理委員会の設置

・電波利用に関する情報の共有、調整

電波利用コーディネータの設置

・各部門の担当者間の調整
・院内の他部門や対外的な窓口

電波管理担当者の配置

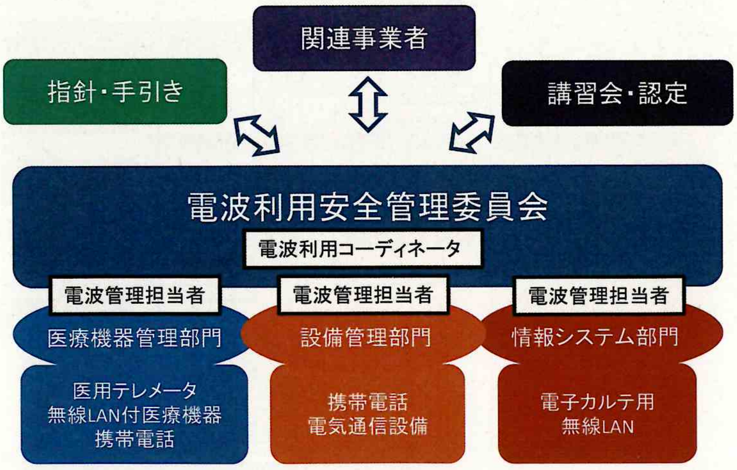
・委員会への参加
・製造販売業者等との連携

電波利用状況の把握・トラブル対応

・電波利用リストの作成
・電波環境調査
・トラブル発生時の原因確認・解決

職員の教育・研修

・病院関係者へ必要な教育



病院内における電波管理体制（イメージ）

医療機関における電波利用に関する地域協議会及び全国代表者会議の設立 24

- ◆ 昨年度、全国各地で実施してきた説明会（20箇所で実施）やシンポジウムにおいて、地域の実情に即した情報の周知や対策に継続的に取り組むことの必要性が判明
- ◆ 周知啓発等に取り組む協議会を地域毎に創設し、地域のネットワークを活用した継続的な取組を推進する体制を構築

課題

- ◆ 電波の利用・管理に関する知見やノウハウを持つ人材は医療分野では少ない
- ◆「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」の普及啓発が急務
  - ➡ 年間20箇所の説明会では不十分

取組

- ◆ 全国11箇所にある各総合通信局が「地域協議会」を設立し、以下の取組を総合的に推進する
  - ① 手引きの周知徹底
  - ② 病院に対する技術的助言
  - ③ 人材育成
- ◆ 総務省が各地域からの代表者が集まる「全国代表者会議」を設立し、地域間連携体制を構築

協議会構成

- ◆ 有識者、医療関係者、医療機器メーカ、通信事業者、通信機器メーカ、建設事業者等（総通局で検討中）

スケジュール

- ◆ 平成29年6月、全国代表者会議を総務省で開催
- ◆ 以降、順次各地域で協議会を設立

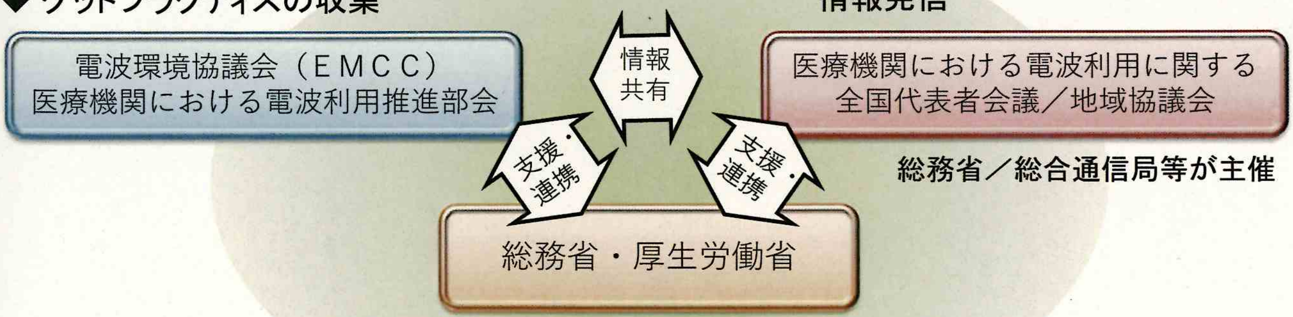
今後の取組　～相互連携によるPDCAの徹底～ 25

医療機関における
安全な電波利用に関する検討

- ◆ 電波管理を担う人材の育成（e-Learning教材の作成）
- ◆ グッドプラクティスの収集

周知啓発

- ◆ 地域ネットワークを活用した医療機関への周知の徹底（セミナー等の開催）
- ◆ モデル病院による取組の実践と成果の情報発信



総務省／総合通信局等が主催

全都道府県や関係団体等への周知・
活動の支援

【総務省】
- ◆ 全国での説明会における周知
- ◆ 医療機関への技術的な支援
- ◆ 電波が医療機器へ与える影響の調査

【厚生労働省】
- ◆ 全都道府県や関係団体への通達

説明 2

医療機関において安心・安全に
電波を利用するために

北海道大学
名誉教授　野島　俊雄　氏

［説明者プロフィール］

野島　俊雄（のじま　としお）氏

■ 現職

北海道大学　名誉教授

■ 略歴

昭和 47 年　埼玉大学卒業

昭和 49 年　北海道大学大学院修了

同年　電電公社に入社して研究所に勤務

以来、ＮＴＴ及びＮＴＴドコモにおいて、マイクロ波中継・携帯電話の研究実用化、電磁波の生体影響と防護、ＥＭＣなどの研究、標準化活動に従事

平成 14 年　北海道大学大学院工学研究科教授

平成 16 年　組織新設に伴い、情報科学研究科教授

平成 27 年 3 月　退官、北海道大学名誉教授

■ 専門分野

電波環境、ＥＭＣ、ワイヤレスシステムの研究

■ 委員

総務省情報通信審議会委員

電波産業会電磁環境委員会委員長

平成29年8月28日

医療機関において
安心・安全に電波を利用するために

北海道大学名誉教授
野島俊雄

検討を開始するにあたり，関連する知見，情報を紹介します：

・電波・電磁干渉の基礎知識
・医療機器EMI（電磁干渉）の実験調査と対策
・今後の検討課題など

1

2/51

内 容

携帯電話端末からの電波による影響
(EMI: Electro-Magnetic Interference)
医療機器として，
・植込み型心臓ペースメーカ
と
・（医療機関の）医用電気機器
に分けてお話しします

実験調査？
対策は？

1.基本的知識：電波とEMIメカニズムは？

2. 植込み型心臓ペースメーカ

3. 医用電気機器

1. 基本的知識

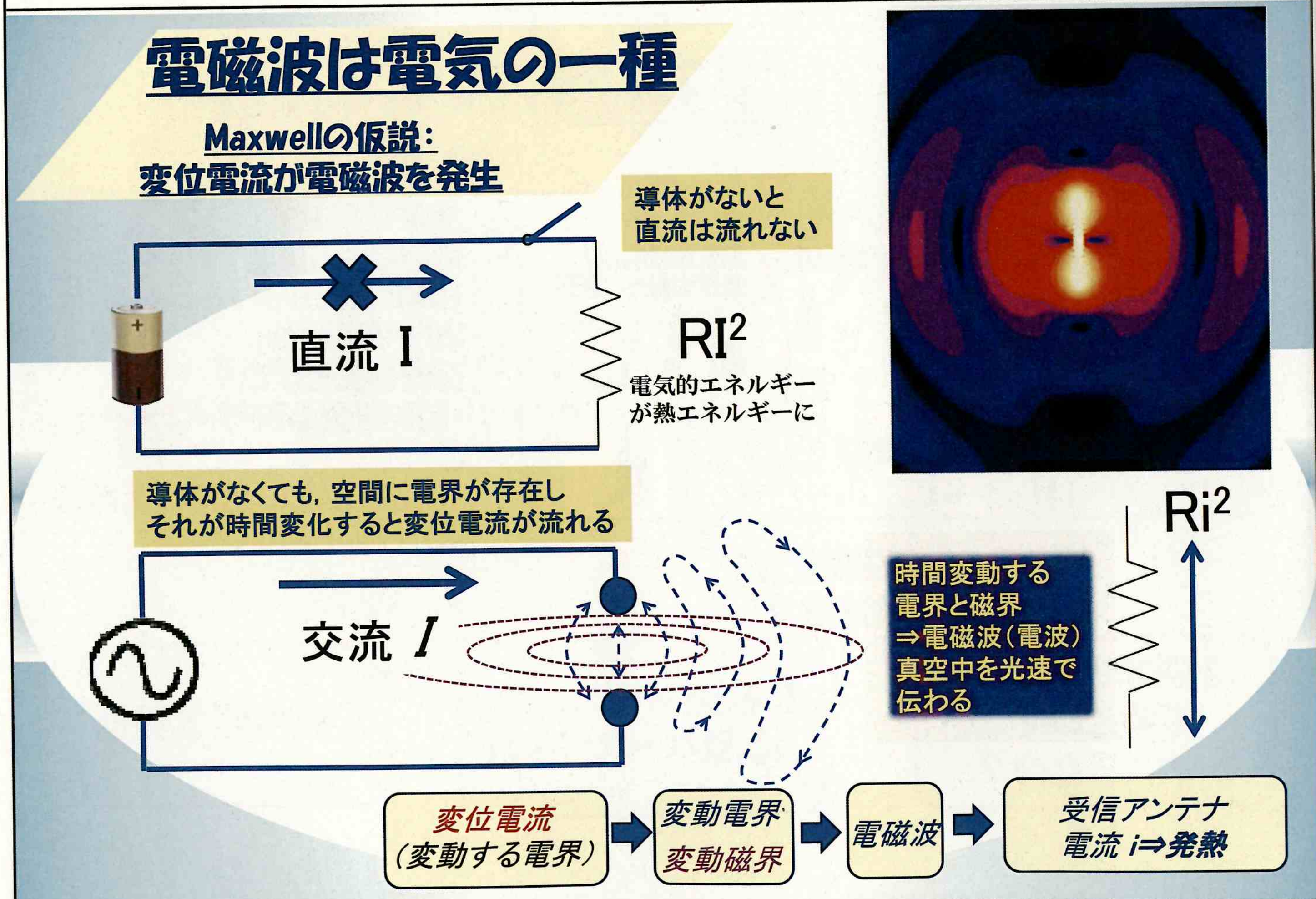
✓ 電波とは3百万MHz [=3T (テラ) Hz] 以下の電磁波：日本の電波法の定義

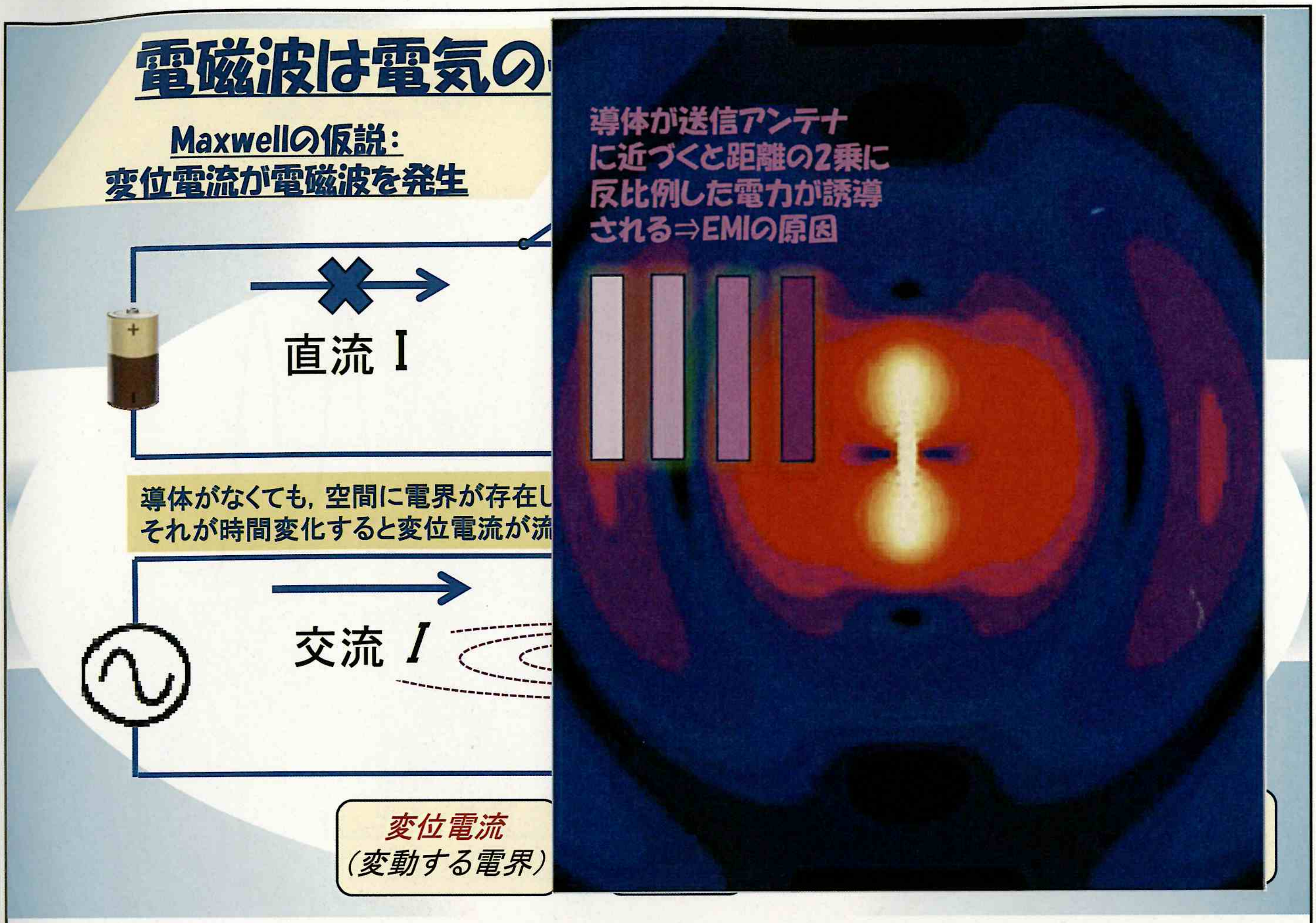
（現在）赤外線や光は電磁波だが電波ではない

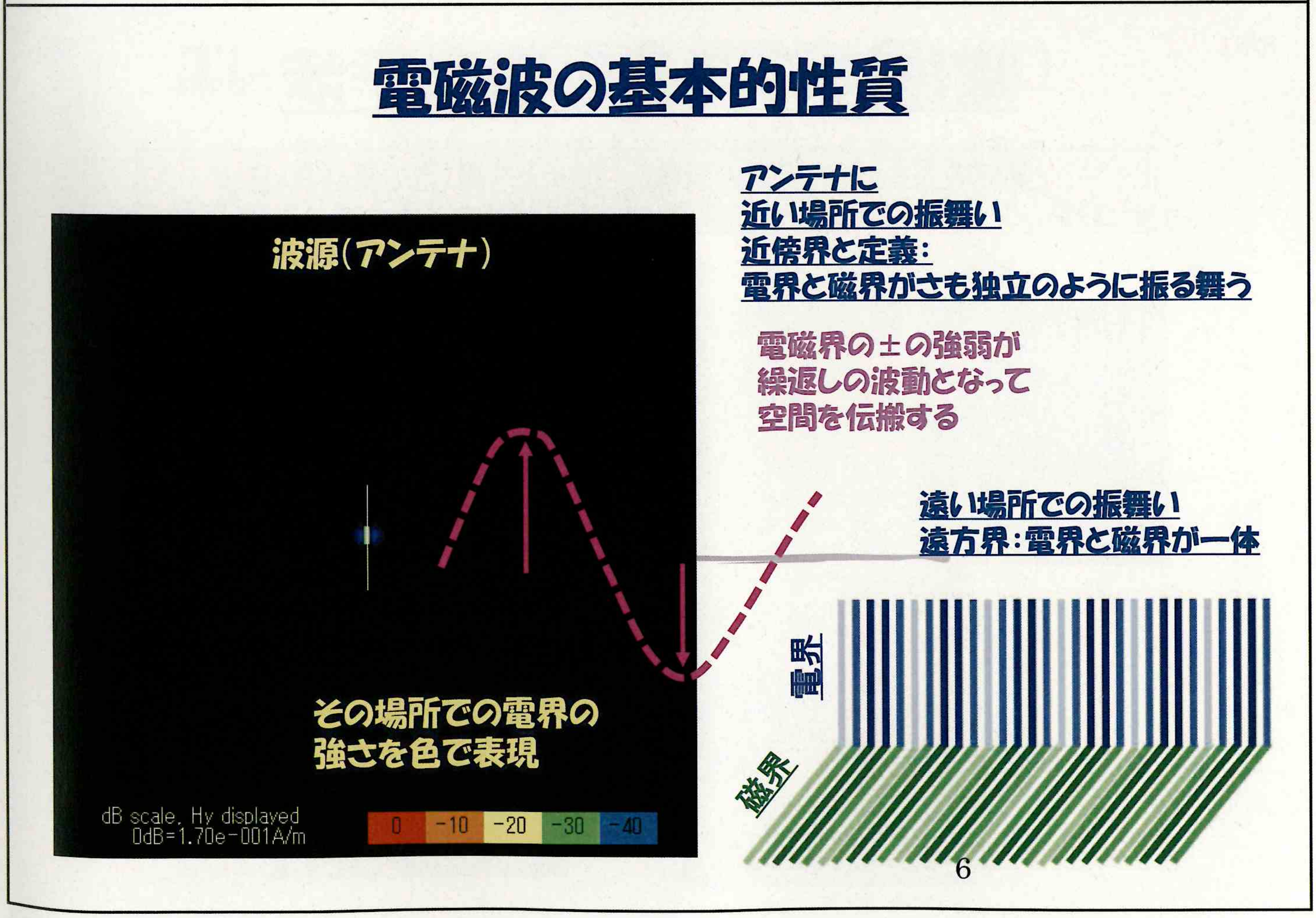
⇒"電磁波"とは？

⇒"電磁干渉（EMI）"とは？

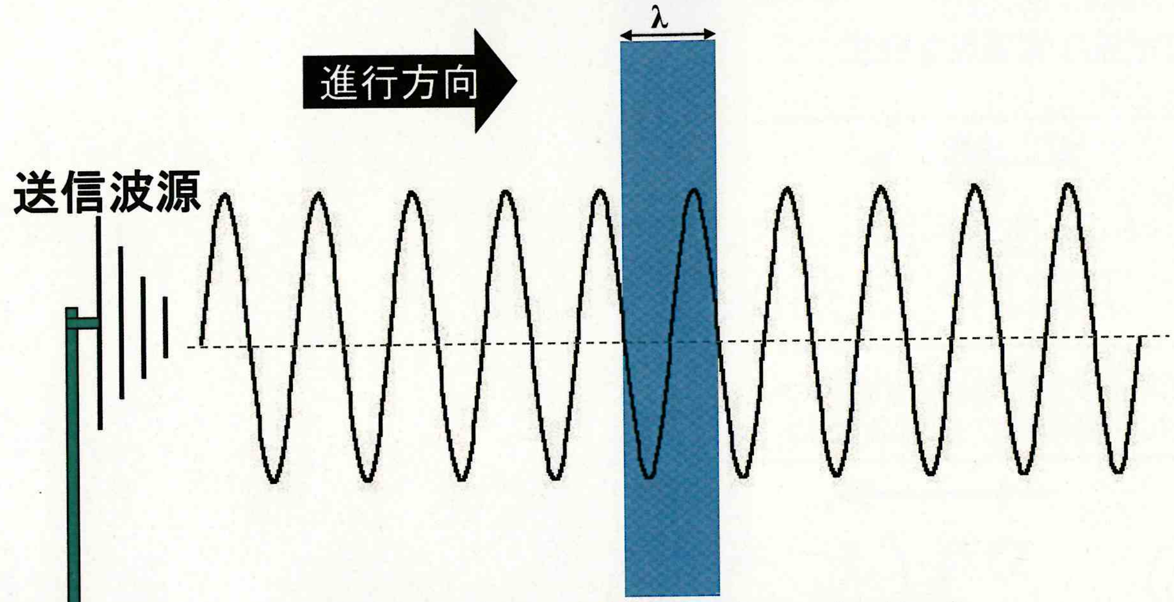
"干渉は影響まで含む"：IEC（国際電気標準会議）による定義




電磁波は電気の
Maxwellの仮説：
変位電流が電磁波を発生
直流 I
導体がなくても，空間に電界が存在し
それが時間変化すると変位電流が流
交流 I
変位電流
（変動する電界）
導体が送信アンテナ
に近づくと距離の2乗に
反比例した電力が誘導
される⇒EMIの原因


電磁波の基本的性質
波源（アンテナ）
アンテナに
近い場所での振舞い
近傍界と定義：
電界と磁界がさも独立のように振る舞う
電磁界の±の強弱が
繰返しの波動となって
空間を伝搬する
遠い場所での振舞い
遠方界：電界と磁界が一体
電界
磁界
その場所での電界の
強さを色で表現
dB scale, Hy displayed
0dB=1.70e-001A/m
0
-10
-20
-30
-40
6

周波数と波長



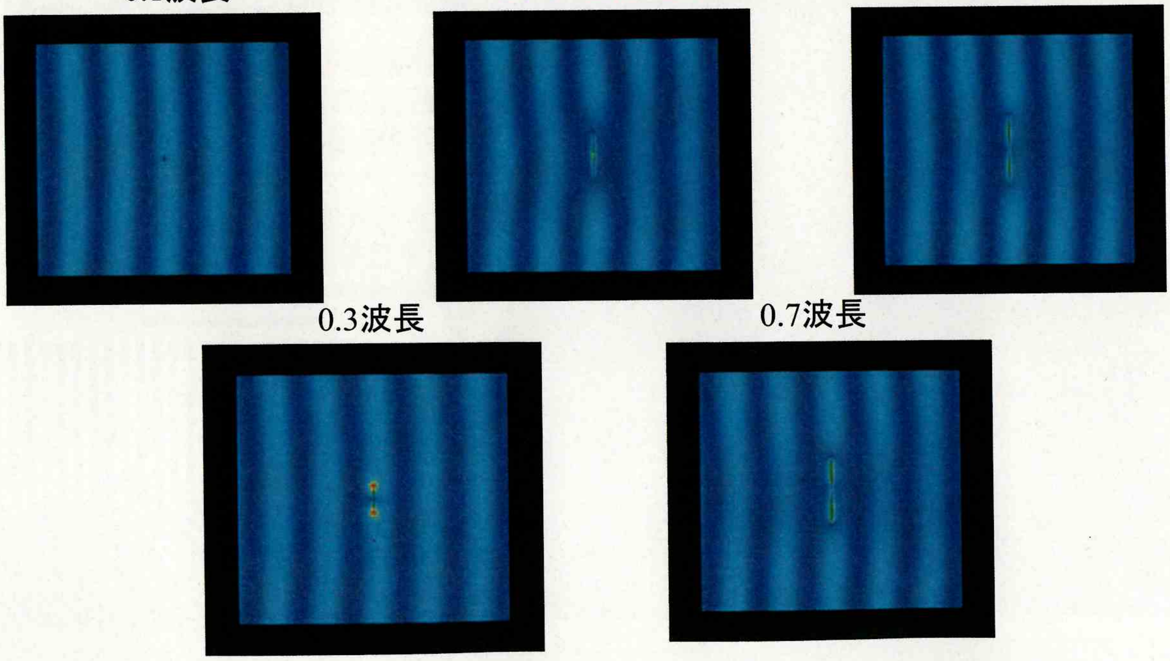
・伝搬速度（空間）は光速度c（3×10^8m/Sec）
物質中では一般に遅くなる．一部反射する．
・変化につき1秒間の繰返し数を周波数f（Hz）
・一回の変化につき場所的長さを波長：λ ＝ c/f
例えば f:1GHzの携帯電話電波で λ:30cm

電磁波の波長と電磁干渉

・導体の長さが0.25波長の整数倍になると共振（波の重ね合い）
・共振して電力が大きくなる（受信アンテナに利用）⇒電磁干渉が大きくなる

0.1波長　0.5波長：携帯電話電波で15cm　0.9波長

0.3波長　0.7波長



9

広い空間の携帯電話電波（電界）

10

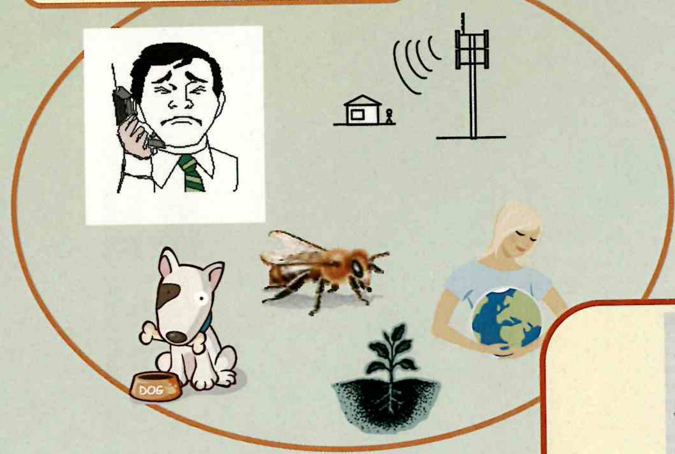
エレベータ内の携帯電話電波（反射波）

壁からの複数の反射電波が、携帯電話から離れた場所で
重なり強めあうと電界が高くなる（半波長毎にホットスポット）.
しかしアンテナ近傍よりは低い

11/51

電波利用の安全性
-生体と電子電気機器-

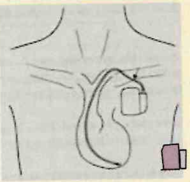
生体作用と防護(ひと)
電波の照射量を制限



電波の電力でほぼ
決まる(熱作用)

電磁干渉(EMI)と両立性(EMC)
機器毎の対応．生体防護の基準と
は基本的に独立

電波の波形による
違いが生じる
(電磁界変化による
作用が大きい)



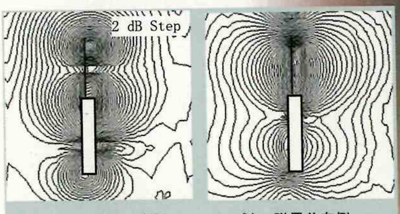
植込み機器
例えばペースメーカが影響
を受けない安全距離

12/51

携帯電話の電波やアンテナ近くの電磁界が
機器の回路に影響する可能性
-影響を受けないように対策が必要-

電磁界は
アンテナ近くで高

低 → 高



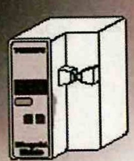
(a) 電界分布例　　(b) 磁界分布例

図＊ 800MHz帯携帯電話近傍の電磁界分布測定例
(等高線のｽﾃｯﾌﾟ幅：2dB)

電波が
電子機器に侵入‥

直接または，振幅変化に依存して
低周波の電流･電圧が発生‥
⇒回路などに何らかの影響

携帯電話など



音や光のセンサーなどは
電波の影響を受けやすい

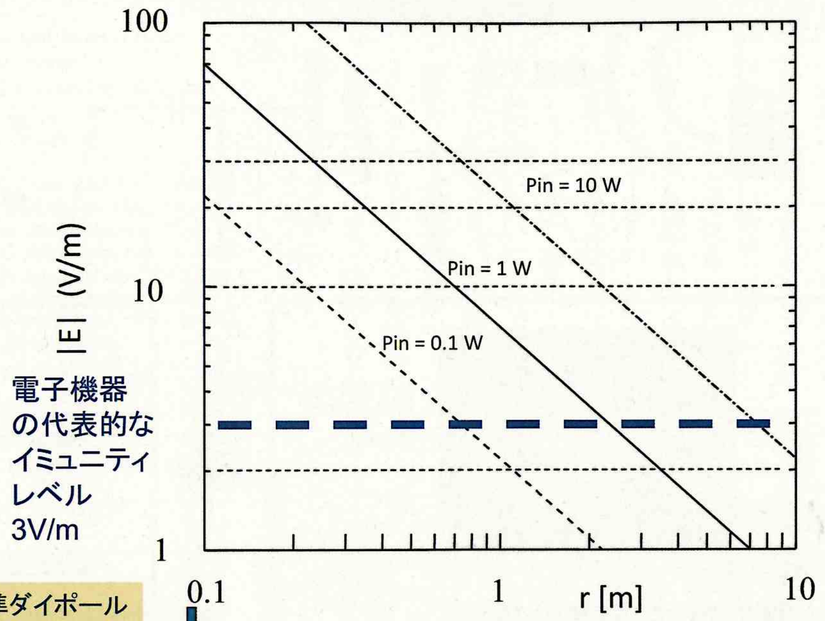
例えば医用電気機器

13/51

携帯電話アンテナからの距離と電界強度（理論近似）

・電磁界は一般に
アンテナ近くほど高い
（周囲に何も無い場合）
（距離ゼロ⇒∞ではない）
⇒アンテナ近くで電子機器のイミュニティレベル*を超える可能性

・医療機器には，電磁界に敏感なセンサーなどを有するものがある
⇒医療に影響する恐れ
⇒実態調査が必要



＊イミュニティレベル：電磁界照射等に対して機器の性能を保証する限界（規格等）

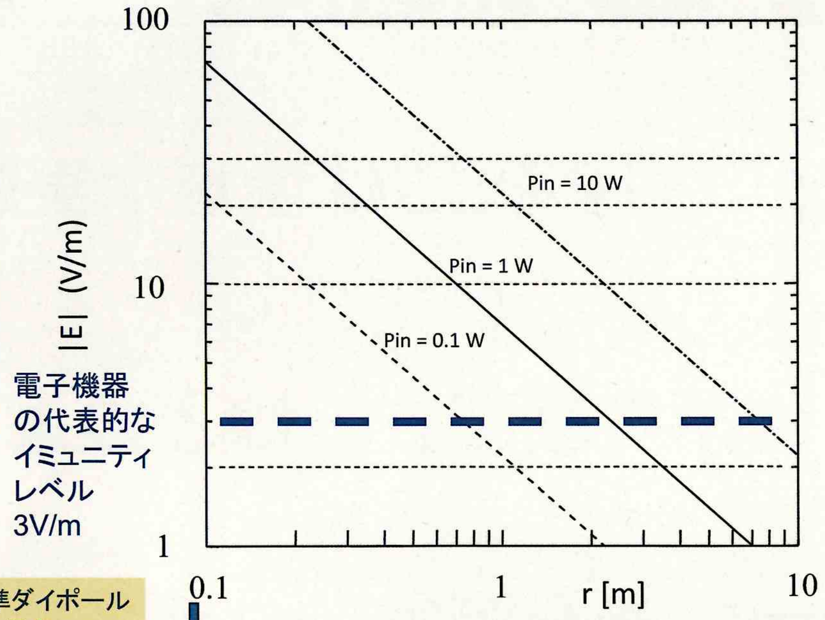
14/51

携帯電話アンテナからの距離と電界強度（理論近似）

＊医用電気機器のEMC規格（JIS T 0601-1-2）から導出した隔離距離の推奨値（手引き）：

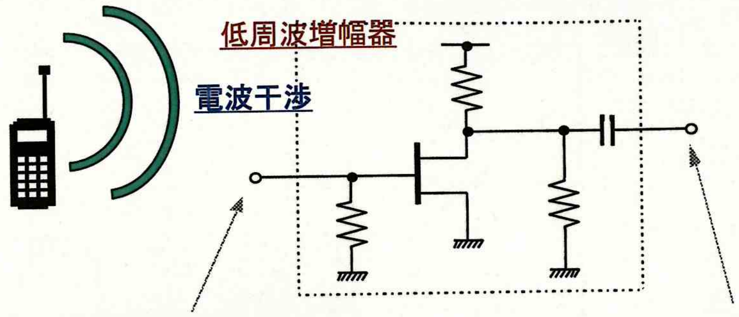
d [m]= [7 /|E|]×√Pin[W]

例えば，|E| =3 [V/m]，Pin = 0.25 [W]= 250 [mW]であれば，d：約 1 [m]
：携帯電話アンテナ部から1m程度離せばEMIは生じないだろう（理論的推定＊）

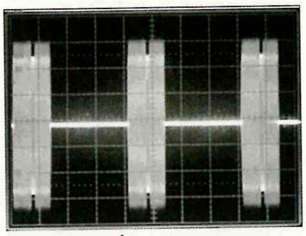


＊実際は，医用機器による，反射波や携帯電話放射特性への影響があるため，この推定が常に成立する訳ではない

15/51 **携帯電話電波が低周波で動作する回路に影響する理由**



- 高周波（μ波）の振幅変化が関係して低周波成分が発生 ⇒医療機器などに影響
- 振幅一定のFM電波では低周波成分は発生しにくい
- 電波の周波数，変調，時間波形などが関係



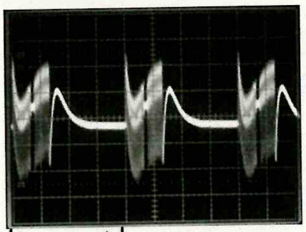
900MHz帯
μ波

20msec

第二世代（PDC）電波（μ波）

⇒

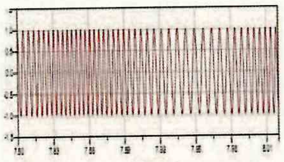
1mV/div



20msec

低周波検波電圧～50Hz⇒干渉

アナログ
FM 電波



⇒

低周波検波電圧～0

機器への影響は起きにくい

2. 植込み型心臓ペースメーカー

✓ EMIの実態は慎重な実験で調査

⇒“実験調査”はどのように？

⇒“安全距離”の妥当性は？

17/51

心臓ペースメーカEMI問題の報道例

Electronic Article Surveillance Systems and Interactions With Implantable Cardiac Devices: Risk of Adverse Interactions in Public and Commercial Spaces

J. ROD GIMBEL, MD, AND JAMES W. COX, JR, MD

Electronic article surveillance (EAS) systems are widely implemented in public spaces and can adversely affect the performance of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. The interaction between implantable devices and EAS systems is a serious problem that can be minimized through appropriate facility design. Careful facility design and employee education along with patient vigilance remain imperative in avoiding potentially life-threatening EAS system–implantable device interactions.

Mayo Clin Proc. 2007;82(3):318-32

ロシアでも犠牲者

防犯ゲートで心停止状態に（米国）

「06年4月のことです。76歳の心臓ペースメーカーを装着した女性が、ショッピングセンターで買い物中、防犯ゲートのところで立ち止まったところ、その電磁波を受けて、ペースメーカーの心拍リズムが乱れ、心停止状態に陥ったというんです」（前出・記者）

わが国においても、すでに2003年6月、総務省は、防犯ゲートの電磁波がペースメーカーなどへ与える影響の可能性について、認める旨の報告を出しているという。

更新2007年05月11日 19:03米国東部時間

「iPod」で心臓ペースメーカーが誤作動

アップルの携帯デジタル音楽プレイヤー「iPod」が、心臓病患者の胸に埋め込まれたペースメーカーを狂わせる恐れがあるという最新調査結果がこのほど発表された。

iPod：「ペースメーカーへは影響なし」 FDA研究者が報告

2008年02月04日

iPodほどの小電力機器でも心配？

日経コンピュータ 2007年6月25日

ペースメーカに悪影響の恐れ，高島屋が利用を断念

UHF帯無線ICタグ・リーダーに対する総務省の新指針が波紋を広げている

リーダーが発する電波がペースメーカに影響を与える恐れがあり，それを警告するステッカーを表示せよという内容だ．その指針を受けて，UHF帯の採用を断念するユーザーもでてきた

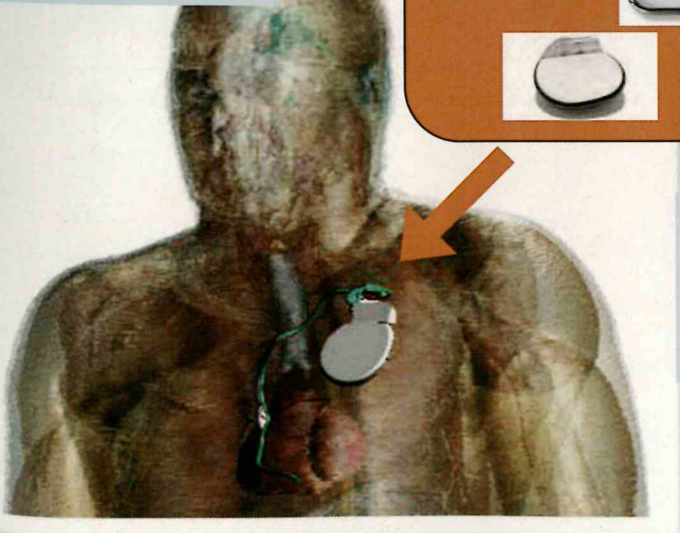
RFIDの普及を阻害

18/51

植込み型心臓ペースメーカ/除細動器

心臓の刺激伝導系に代わって心筋を電気刺激して，適切な心収縮を発生させる．
日本における[販売会社数（約10社）×機種]は数百．利用者数は～50万人．全て輸入品

装着部位：
- 成人：前胸部鎖骨の下（約2cm），上皮脂肪と筋肉の間
- 小児：腹部



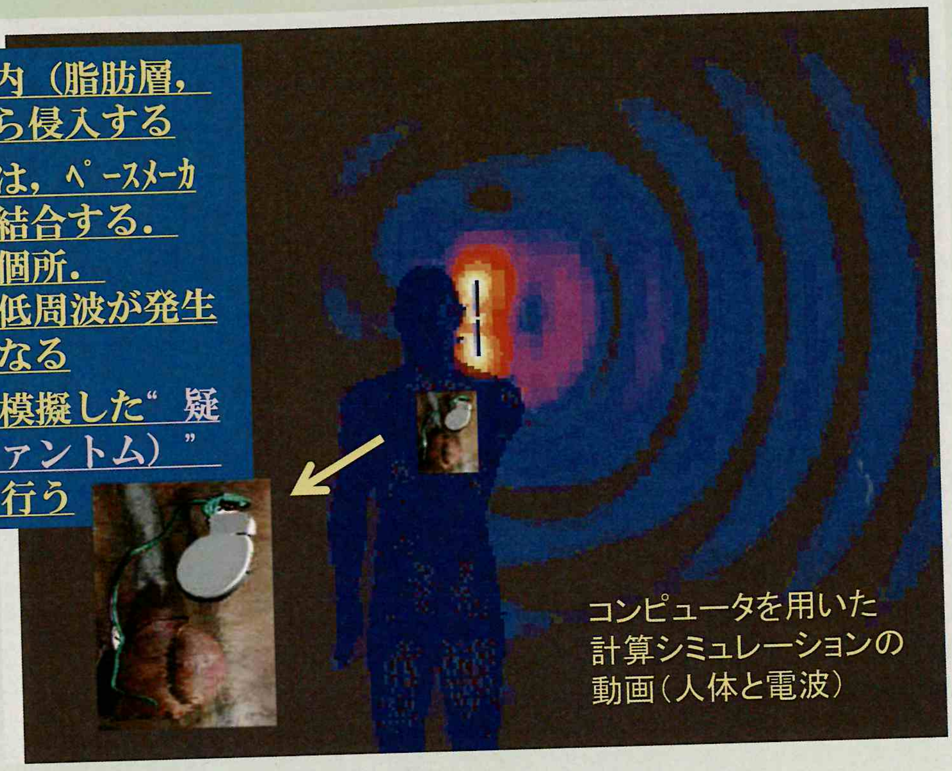
- 誤動作の人への影響は，ペースメーカー依存度によって様々
- 一つの機種で様々な動作モードがある(モードによって電磁干渉の受け方に違いが出る)
- 近年高機能化が進展しつつある

電気的動作など：
- 入力感度は0.5mV～十数mV（大変微弱）
- ペースメーカの出力(Pacing)：数V
- 除細動器の出力：数百V
- 電池交換なしで7～10年使用可能

19/51

携帯電話電波が人体内に侵入する様子

- ✓ 携帯電話のμ波は体内（脂肪層，筋肉）に減衰しながら侵入する
- ✓ 体内に侵入したμ波は，ペースメーカのコネクタ部に電磁結合する．周波数が違えば別の個所．内部回路で検波され低周波が発生して誤動作の原因となる
- ✓ 実人体の電気特性を模擬した“疑似人体（トルソーファントム）”を用いた実験調査を行う



20/51

EMI発生メカニズムの周波数依存性

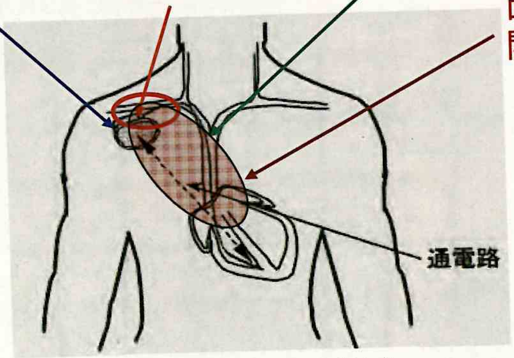
- 電磁波・電磁界がペースメーカ内部回路に影響することがEMIの原因

μ波（携帯電話電波など）
コネクタ部分から浸入して
低周波雑音を発生

数十MHz～百MHzの電磁波
リード線がアンテナとなって回路に侵入

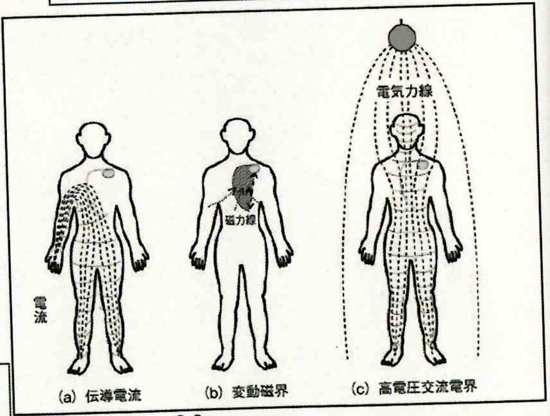
数MHz以下の電磁界
“リード線と通電路が形成する面積”での鎖交磁束
（磁界強度ではない）

X線
筐体を貫通して
内部のIC等を電離



単極リードの場合

低周波電磁界・伝導電流



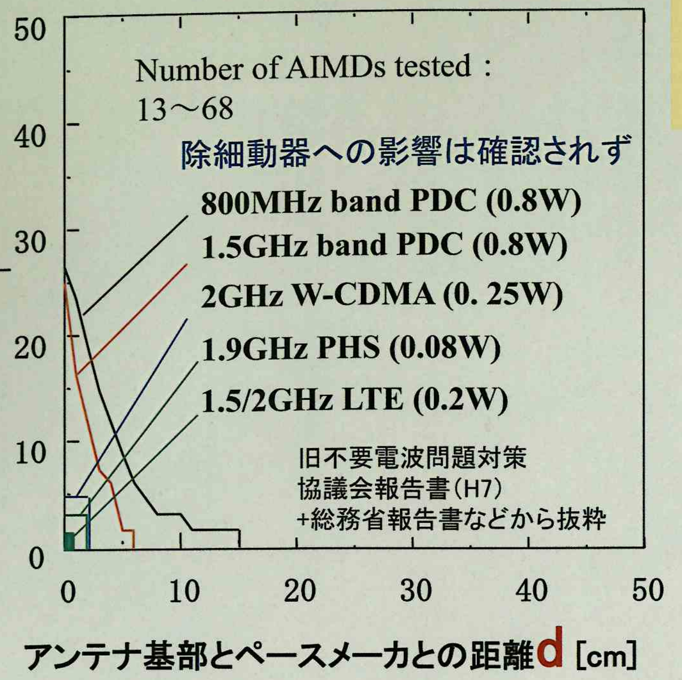
20

[1] Therapeutic Research, vol.28, no.2, 2007.

21/51

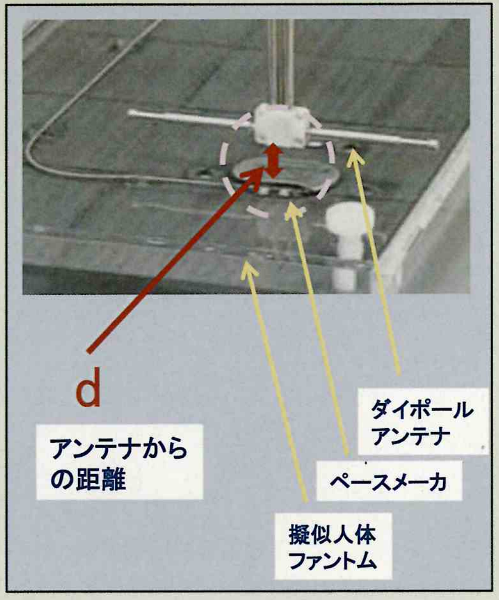
携帯電話の実験調査結果例：擬似人体評価

"安全距離22cmを導出(H8)"⇒15cmに改定



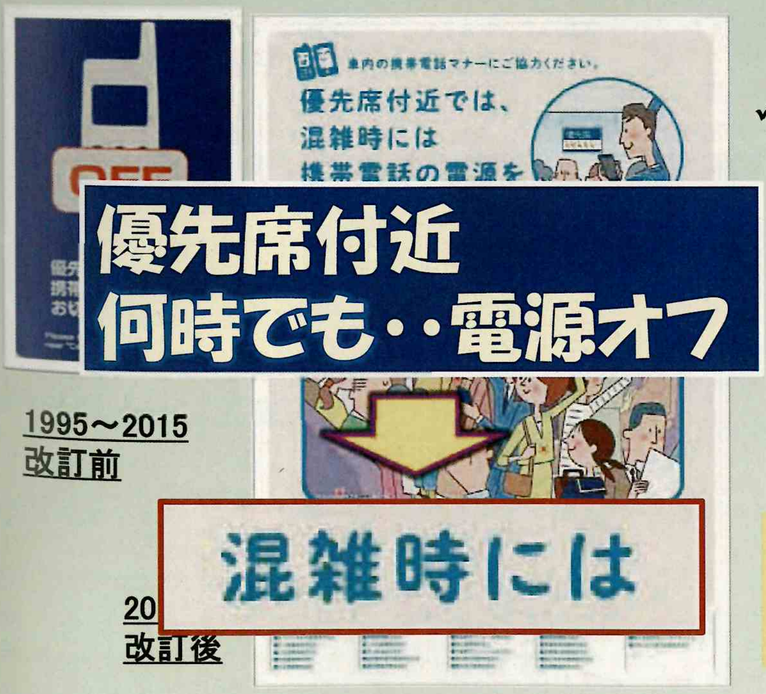
"最も慎重な実験条件"
携帯電話出力，ペースメーカ感度共に最も影響が出やすい条件に設定

⇒実際の生活環境でこの実験条件と同様となる場合は大変小さいが・・・



22/51

優先席で携帯電話，今日から0Kに



1995～2015
改訂前

20
改訂後

朝日新聞 DIGITAL
2015(平成27)年10月1日　ほかの抜粋

✓ 鉄道37社は，携帯の電波が心臓ペースメーカに与える影響:EMI*は非常に低いとする総務省指針を受け，「混雑時など，15cm程度の離隔距離が確保できないおそれがある場合には，事前に電源をオフにすることが望ましい」と注意を改訂．

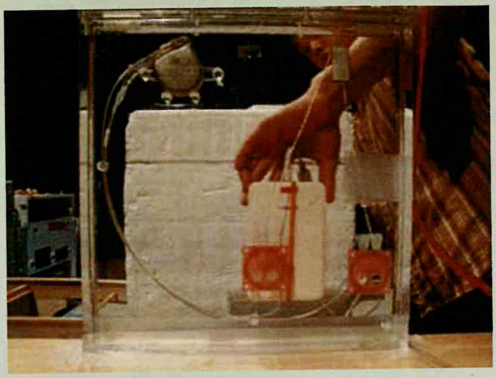
EMI*: Electromagnetic Interference
電磁干渉

主な改訂理由

➢ 最新の実験調査：EMIは1.5cm以上では起きないことを確認

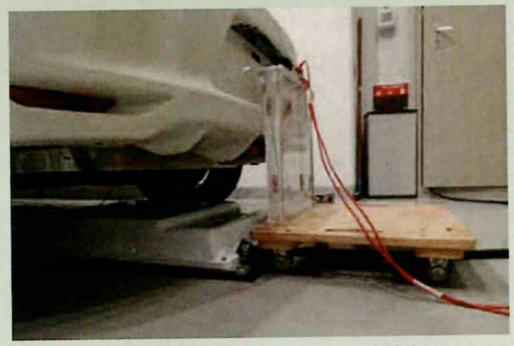
23/51

その他，様々な機器につき実験調査 最新の注意事項を関係者に周知



携帯電話ワイヤレス充電器

ゲート型RFIDリーダライタ



電気自動車用ワイヤレス充電器

電気自動車用
AC充電器

最新の注意事項
・・ネット検索から

または，
ペースメーカの会社に
聞く

携帯電話、電源オンで

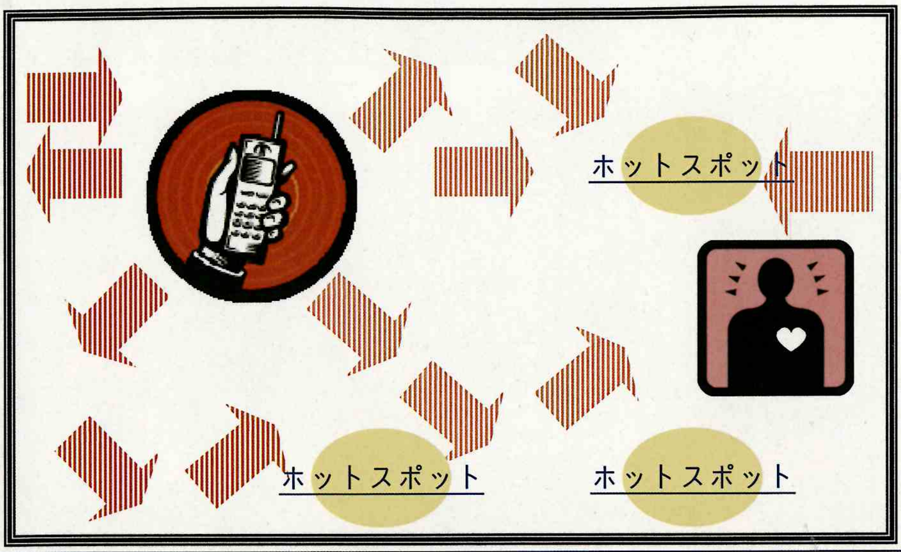
通勤電車に電磁波充満?

通勤者は日々、強い電磁波にさらされている——。列車内では多くの乗客が持つ携帯電話の電磁波が重なって反射し合い、その電磁波密度は国際的な安全基準値を大幅に超えうることが、東北大の研究で分かった。

東北大助手が発表

「囲いの中で重複・反射」

電車・エレベータ内の電磁界



地下鉄内で携帯電話が電波を発射する場合は・・

- 通話，データ送信時
- 電源を入れたとき
- トンネルを抜けたとき，etc.

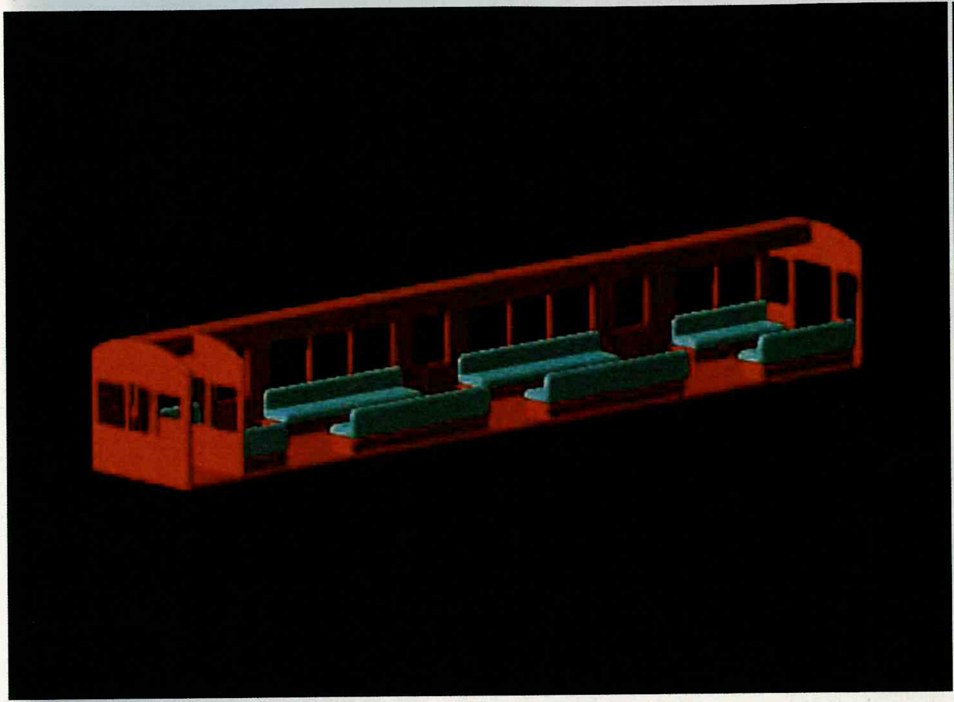
26/51

満員電車内で携帯電話を使うとどうなるか？

乗客120人の中で，携帯電話電波の
コンピュータシミュレーション

27/51

計算機解析（FDTD法）結果の一例：電界強度，携帯電話１台（人体無し）

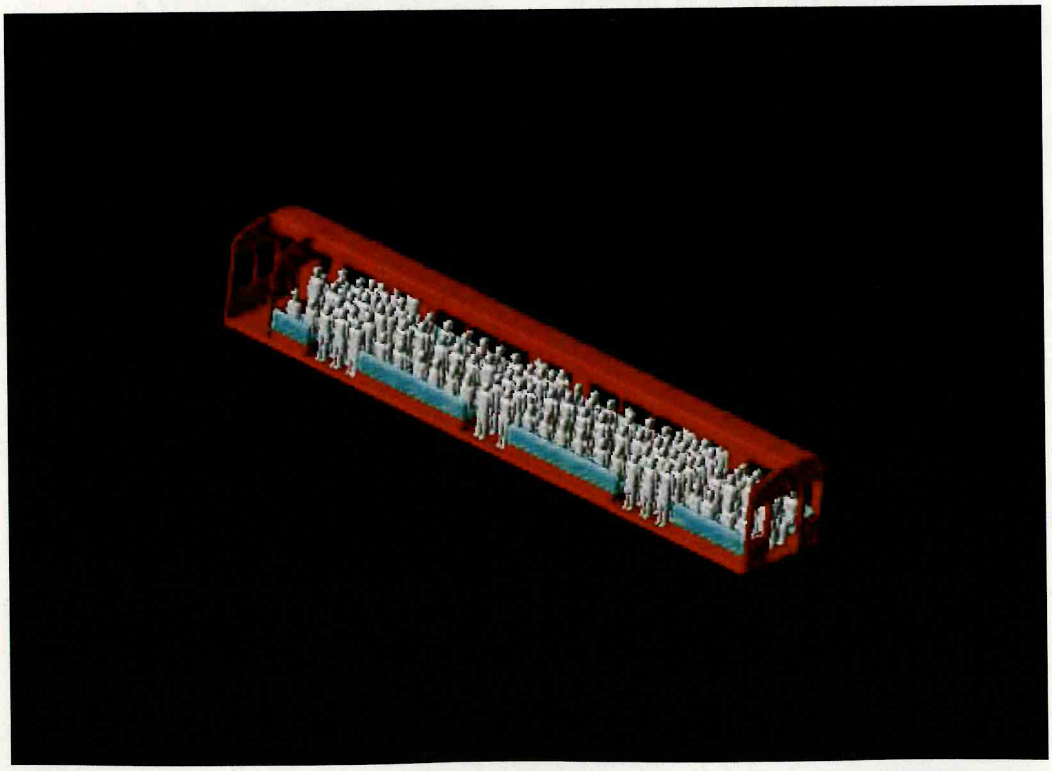


タバコの煙が充満するように，
電波も電車内などに蓄積し，
アンテナから遠い位置に
アンテナ近傍より強い
ホットスポットが生じる？

電波が人体や壁等で吸収されないような非現実の世界ならあり得るかも・・

28/51

乗客120人の中で，携帯電話電波のコンピュータシミュレーション

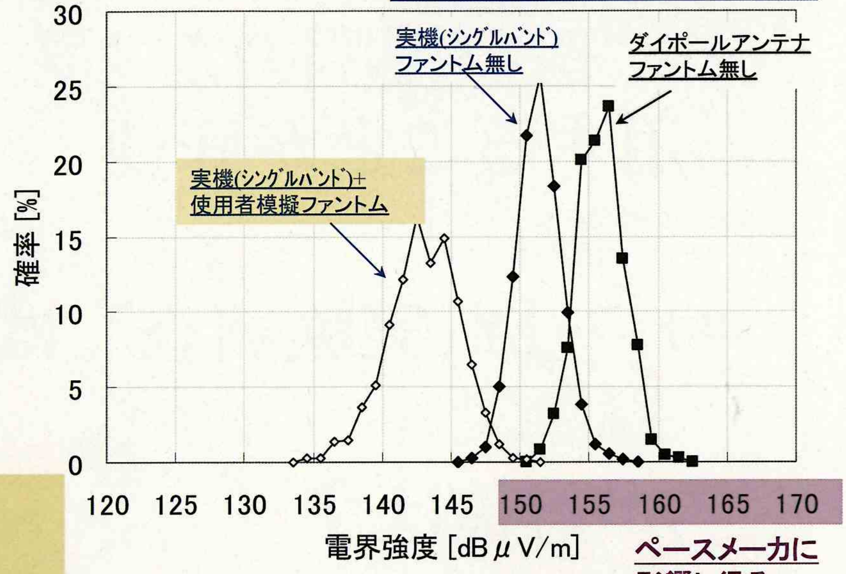


2GHz帯携帯実機を用いた エレベータ内での実験検証

使用者を模擬したファントム

携帯実機およびダイポールともに変調は W-CDMA相当で最大電力の電波発射

空間の電界強度ヒストグラム



ペースメーカに
影響し得る
電界強度

エレベータ内の携帯電話電波が植込み型ペースメーカに影響する可能性はない（ただし，アンテナから15cm以内の空間を除く）
☆ホットスポットは生ずるが，人体の電波吸収効果によって緩和される．

無限鏡の部屋で　光が
（減衰せずに）無限に反射し続けたら
眩しくて居られない．
しかし，実際は違う！

エレベータ内の電波も同じ‥
携帯電話出力以上の電磁界を内部の人がばく露されることはない！

携帯電話数が増えると電波が増大？
（電波を減衰させる）人の数も
増える⇒ホットスポットの
電磁界が携帯電話直近よりも
強くなることはない

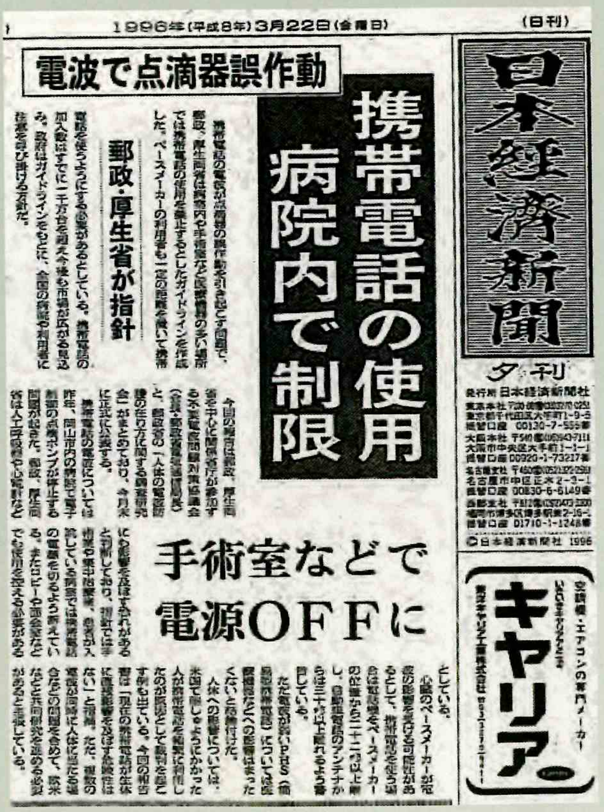
3. 医療機関の医用電気機器

✓ “医療機関のための手引き” を活用することが肝要

⇒ “ EMI実験調査” はどのように？

⇒ 対策は？

電波による医療機器影響の報道例


1996年(平成8年)3月22日(金曜日)　(日刊)

日本経済新聞　夕刊

電波で点滴器誤作動

携帯電話の使用　病院内で制限

郵政・厚生省が指針

手術室などで電源OFFに

キャリア

病院内にあふれる電磁波ノイズ　患者や医療機器は大丈夫か

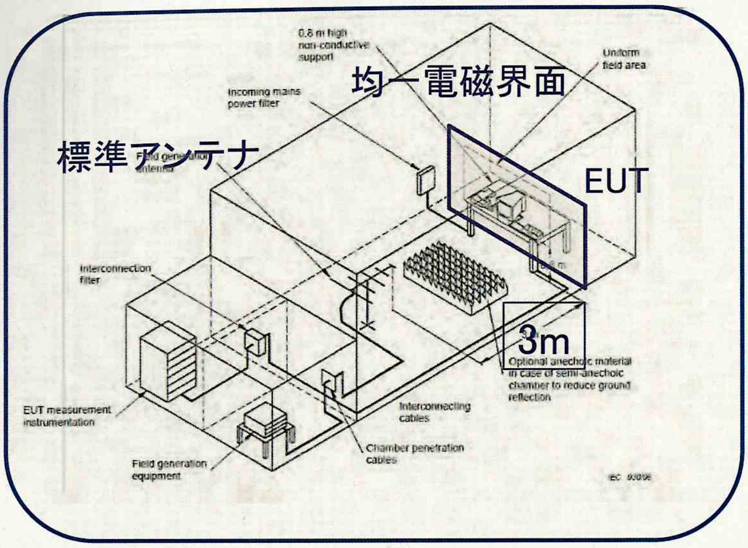
TRIGGER CONTENTS　1997 Vol.16 No.12

電磁波障害を防ぐ法

33/51

イミュニティ標準試験法（IECなど）

名称	規格番号	目的	許容値（製品規格）	判定基準
放射無線周波電磁界イミュニティ試験	IEC 61000-4-3 （JIS規格の元）	各種機器からの電磁波によりEUTがEMIを生じないことを立証	例えば； 1～30V/m 80～6000MHz AM変調：80%, 1kHz	試験中・後にEUTが正常動作すること
無線周波電磁界の誘導伝導妨害に対するイミュニティ試験	IEC 61000-4-6	・・接続ケーブルを介した妨害波によりEUTにEMIが生じないことを立証	例えば； 1～10V/m 0.15～80MHz AM変調：80%, 1kHz	同上



近年，
次ページの試験法に類似の新規格が開発された：

近接放射イミュニティ試験
IEC 61000-4-39
携帯電話電波等を想定した近接ばく露試験法

・許容値は時間平均値
・しかしEMIは波形変化の影響を強く受けるから，実変調電波で試験すべき

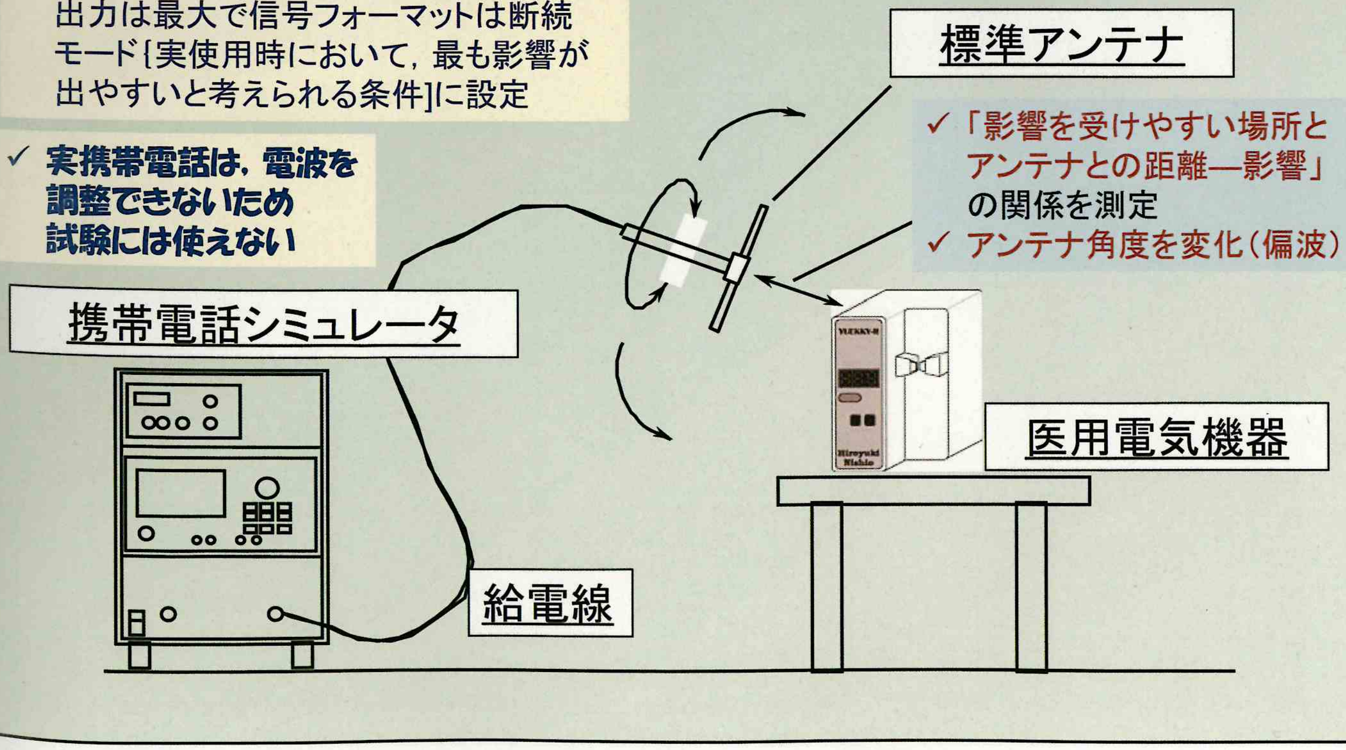
34/51

電波発射装置を用いた実験調査
-電波放射効率の高い標準アンテナと携帯実機使用-

✓ 各方式の中心周波数・標準変調とし，出力は最大で信号フォーマットは断続モード［実使用時において，最も影響が出やすいと考えられる条件］に設定

✓ **実携帯電話は，電波を調整できないため試験には使えない**

✓ 「影響を受けやすい場所とアンテナとの距離—影響」の関係を測定
✓ アンテナ角度を変化（偏波）



35/51

医療機器への影響－実験調査の様子

➢高周波応答のよい各種高感度センサー(超音波，光など)
部分で，EMIを受けやすい

シリンジポンプ

ダイポールアンテナで照射

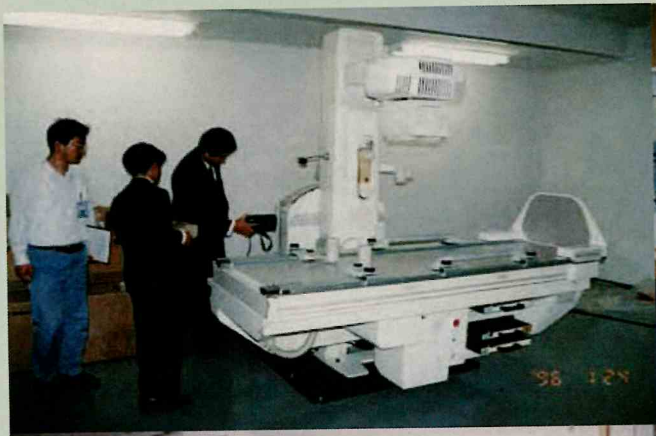
透析装置

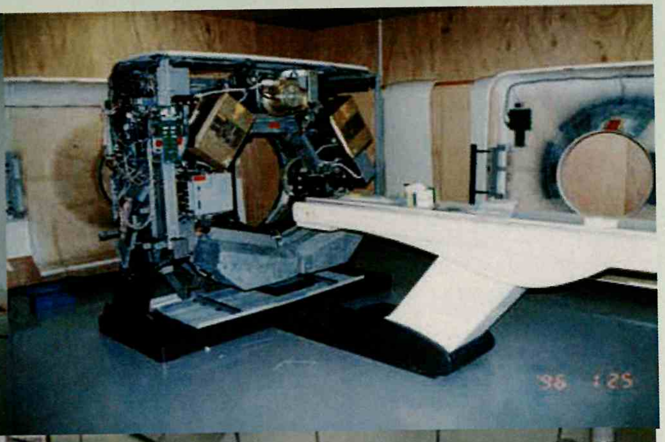
特別仕様の携帯電話で照射

人工心肺装置

36/51

医療機器への影響－実験調査の様子





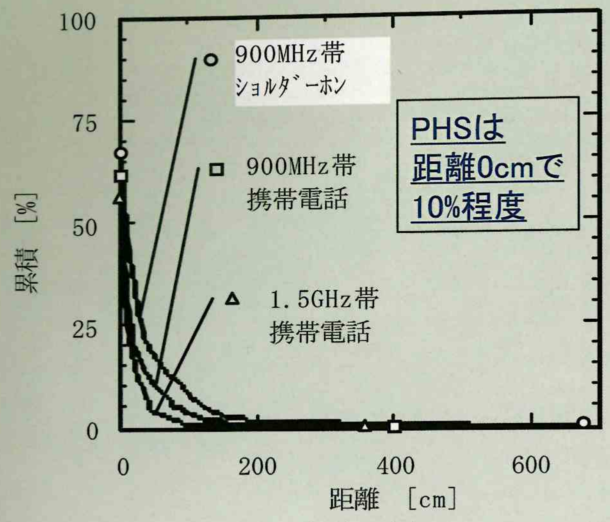
37/51

医療機器の障害発生割合－アンテナとの距離特性

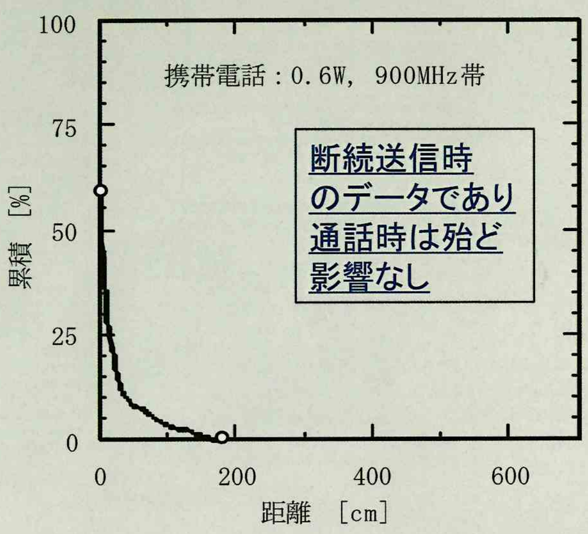
様々な医療機器360機種（平成9年3月まで）のうち何らかのEMIが生じた割合

診断機器/治療機器/分析機器/生体機能補助・代行機器/在宅用機器、その他

☆ここでのデータは最悪ケースであること注意：実使用時の携帯電話の電波発射状態は様々で，例えば送信出力は自動的に時間変化（平均的に最大値の1/10以下など）するなどのため，影響が大幅に緩和される場合が多くなる.



(a)　ディジタル方式



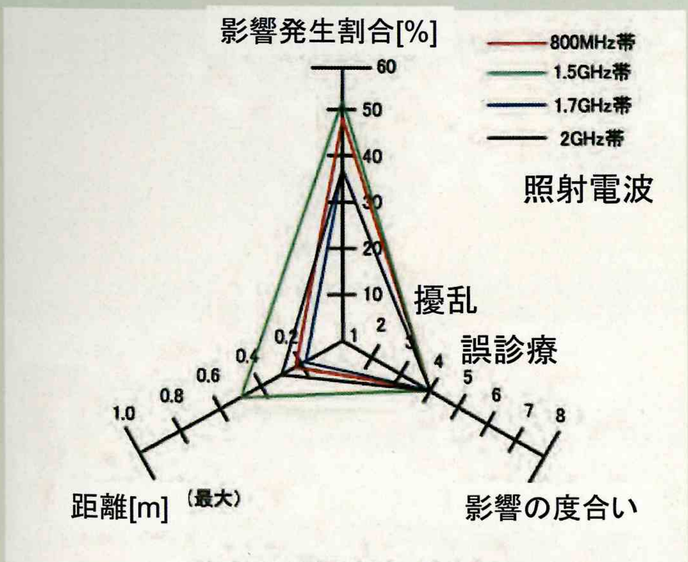
(b)　アナログ方式

38/51

H26:各種医用電気機器EMIの調査結果例
－電波環境協議会（総務省）－

様々な医療機器25機種を試験．照射電波は携帯電話を想定

輸液ポンプ/体外式ペースメーカ/人工呼吸器、その他



(b) 影響発生距離が最大となる医療機器

図3－1－1　半波長ダイポールアンテナへの入力電力が 250mW の影響チャート

雑音発生のみ，などの医療影響を無視できるレベルまでを含めると72%の機器でEMIが発生

☆影響を受ける最大距離が低減していることが確認された．しかし，影響度合いなどはH7，8の実験調査の結果と比較して大きく変わらなかった．
EMIが起きた各種機器の約10%が誤診療や致命的状態と判定された

39/51

旧指針(H9)

内容が厳しすぎた，との意見もあるが
EMI被害が出ていないことは成果と見るべき

1病院内で

■医療機関が携帯電話の使用を認めた区域以外では、携帯電話の電源を切ってください。

●なぜ?
病室内で医療機器が使用されている場合があるほか、医療機器を装着した患者が廊下等を移動することがあるためです。

手術室、集中治療室(ICU)、冠状動脈疾患監視病室(CCU)等には、携帯電話を持ち込まないでください。
また、検査室、診察室、病室及び処置室等(透析室、新生児室を含む)では、携帯電話の電源を切ってください。

■医療機関が携帯電話の使用を認めた区域でも、近くで医療機器が使用されている場合には電源を切ってください。

●なぜ?
携帯電話から出る電波により、医療機器が誤作動する可能性があるためです。

■医療機関がPHSの使用を認めた区域以外では、PHSの電源を切ってください。

■医師、看護師が使用しているPHSは医療機関が使用を認めたものです。

医師、看護師が使用しているPHSは医療機関が医療機器への安全性を確認し、使用方法も決められているもので、一般的に「医療用」「医療スタッフ用」と書かれたストラップ等により識別されています。

●なぜ?
PHSから発射される電波の強さは小さく、医療機器への影響も携帯電話と比較して小さいものの、PHSを医療機器へ近づけた場合に医療機器が影響を受けることがあるためです。

2病院外で

■満員電車の中など、人と人が接近する場所では、携帯電話、PHSの電源を切るようにしましょう。

●なぜ?
すぐ近くに植込み型心臓ペースメーカを装着した人や補聴器を使用した人がいる場合、その医療機器に影響する可能性があるためです。
PHSは植込み型心臓ペースメーカへ近づけた場合に全く影響を与えないわけではなく、また、携帯電話と外見上容易に区別がつきにくいため、携帯電話と同様に取り扱いましょう。

■医療機器の使用の際は

医療機器が使用されている家屋内においては、携帯電話、PHSの電源を切るようにしましょう。

3心臓ペースメーカを使っている方へ

■十分に注意を払ってください。

●なぜ?
植込み型心臓ペースメーカは、その近くで携帯電話、PHSを使用した時、それらの出す電波により影響を受ける可能性があるためです。

40/51

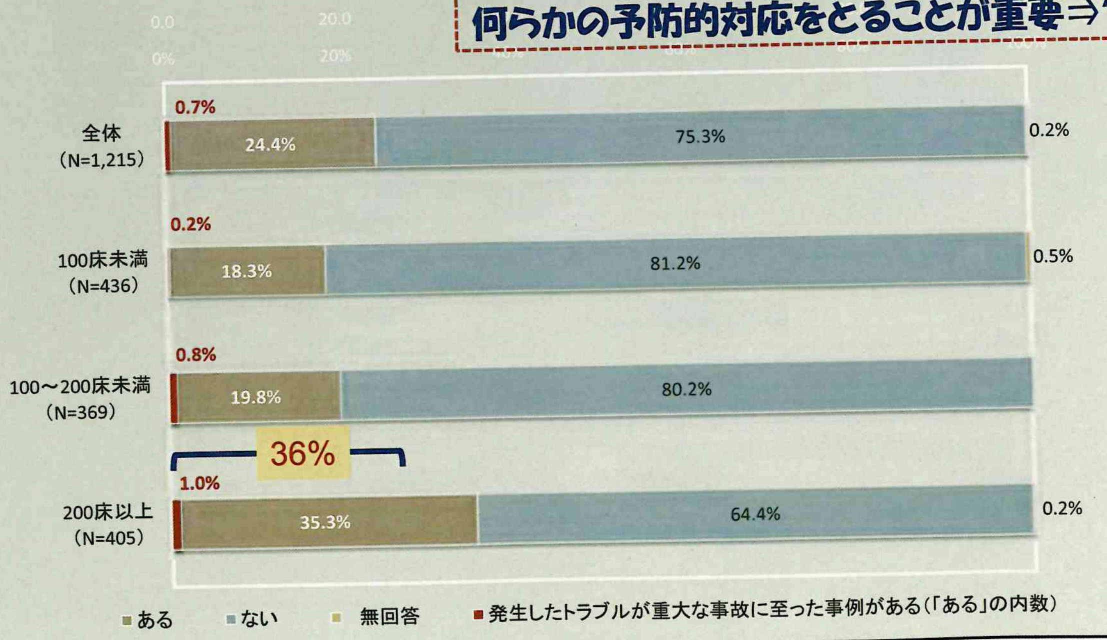
医療機関での電波利用の手引き（H28）

病院における電波利用に起因するトラブルの経験(アンケート調査結果)

対象病院の約75%は，全て/一部の場所での携帯電話使用を制限（予防措置）

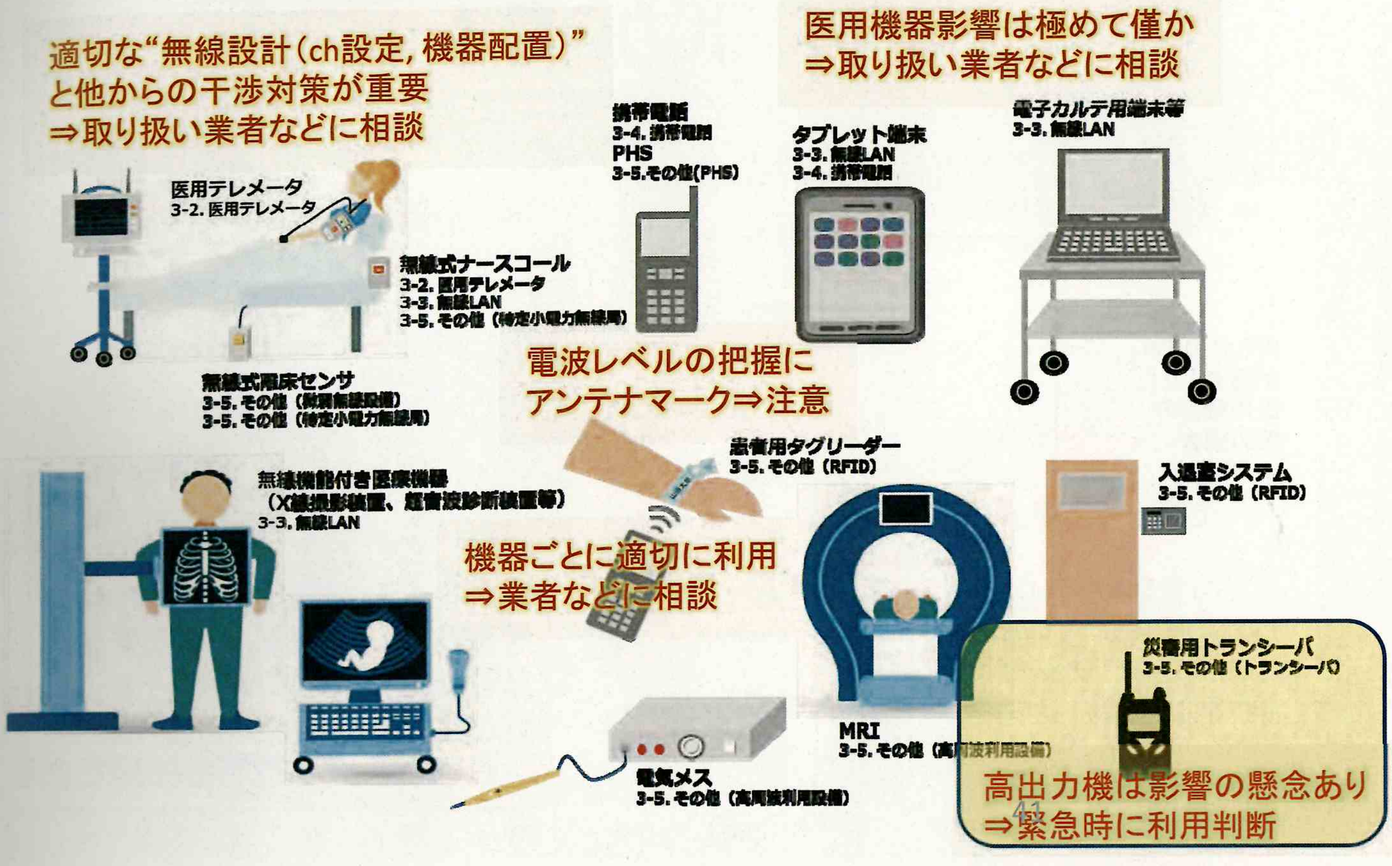
例えば，200床以上の大病院の36%でトラブルが実際にあった：
医療機器EMI約5%，無線LANなどの障害70%

何らかの予防的対応をとることが重要⇒"手引き"



41/51

医療機関での電波利用の手引き（H28）



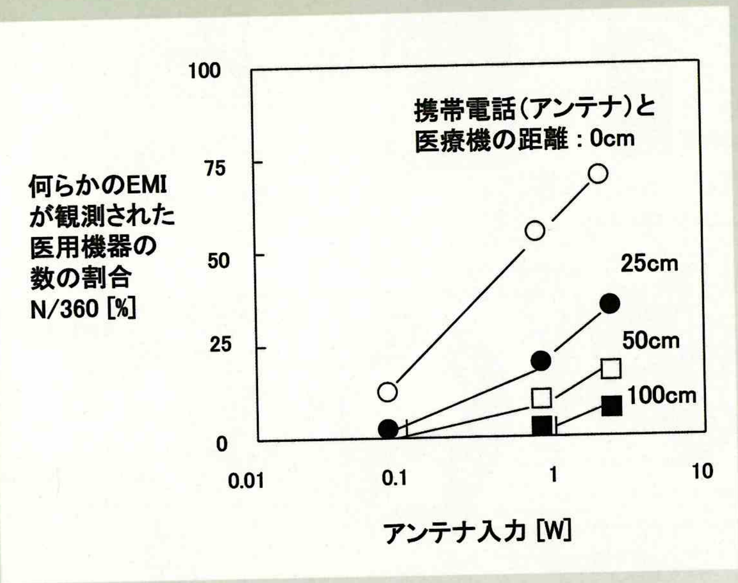
42/51

医療機関での電波利用の手引き（H28）
エリアごとの携帯電話使用ルール設定例

場所	通話など	メール・Web等	留意事項	旧指針（H9）
1) 食堂・廊下・待合室など	○（使用可）	○	・医用電気機器から離す（～1m）	・医療機関の判断による
2) 病室など	△（影響懸念の機器が無ければ基本○）	○	・同上	・電源を切る（医療機関毎の安全確認で○）
3) 診察室	×（使用を控える/隔離距離：1m）	△（電源を切る必要はない）	・同上	・電源を切る（医療機関毎の安全確認で○）
4) 手術室，ICU，検査室，治療室など	×（不可）	×	・使用不可で電源も切る（電波の自動発射を防止）	・手術室，ICUには持ち込まない ・検査室などでは電源を切る
5) 携帯電話使用コーナーなど	○	○	＊特別仕様の屋内基地局が便利	----

各種医用電気機器のEMIの発生割合と携帯電話出力の関係

旧不要電波問題対策協議会
による実験調査の結果を分析



・調査した医用電気機器数
(様々な機種)：360

・使用した携帯電話機種と
アンテナ入力(最大値)：

900MHz PDCｼｮﾙﾀﾞﾌｫﾝ; 2W
900MHz PDC携帯機; 0.8W
1.5GHz PDC携帯機; 0.8W
900MHz ｱﾅﾛｸﾞFM携帯機; 0.6W
1.9GHz PHS端末; 0.08W

**出力を10mW程度以下にすれば
距離0cm(接触時)でもデジタル
携帯電話によるEMIは
殆ど生じないことが分かった
⇒どこでも携帯電話を使用できる**

携帯電話のEMIを根本的に解決し得る方策

携帯電話の受信状況が悪いと送信電力は大きくなり、
医用電気機器へ影響を与えるおそれが増大

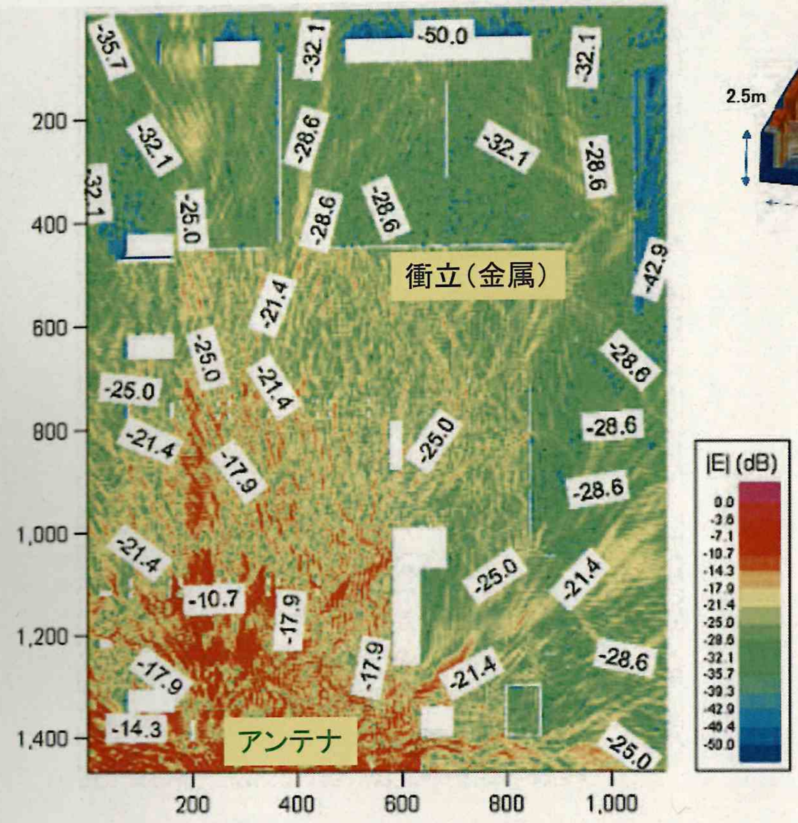
対策が必要な場合には、屋内基地局用装置を設置し、
電波の受信状況を改善することが有効

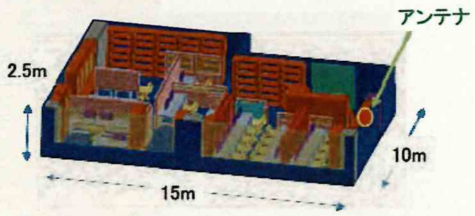
☆特別仕様の屋内基地局：

**携帯電話の最大出力が10mWを超えて
動作しないように、屋内基地局の制御
ソフトを変更するだけでEMIを防止可能
⇒通信エリアが狭くなるのが欠点
(構内PHSでの運用実績がある・・)**

45/51

2.45GHz帯 オフィス内電波伝搬の数値シミュレーション例（電界強度分布）

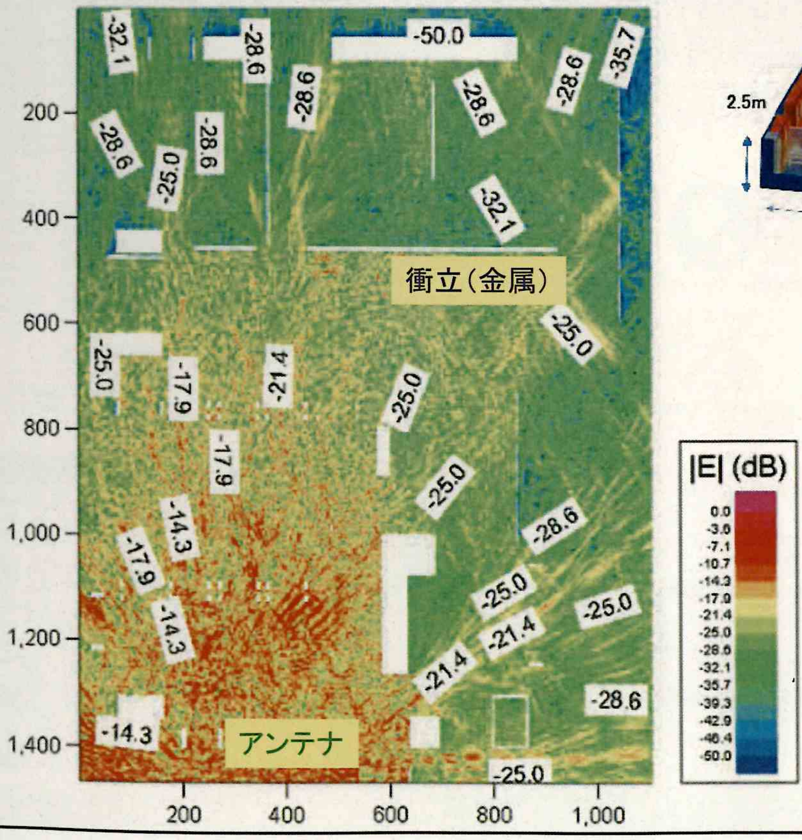


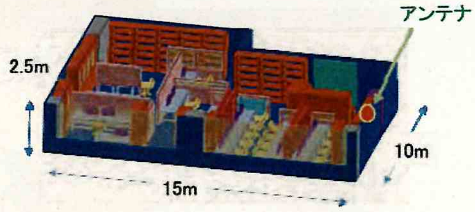


- ✓ アンテナは天井近く（床上2.5m）に設置
- ✓ 床から1m高の面（机上想定）での電界強度を推定
- ✓ 10m四方程度の室内でも什器等の影響で，0～−40dBの受信強度ばらつきが生じる

46/51

5GHz帯 オフィス内電波伝搬の数値シミュレーション例（電界強度分布）





- ✓ アンテナは天井近く（床上2.5m）に設置
- ✓ 床から1m高の面（机上想定）での電界強度を推定
- ✓ 2.45GHzと比較し，0～数dBの受信強度低下が生じる

47/51

関連する会議での意見など

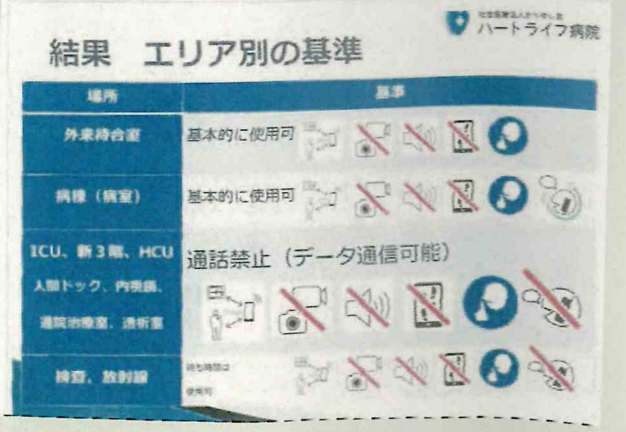
- ✓ **医療機関における電波利用に関する全国代表者会議（第1回　H29.06.28）**
- ✓ **医療機関における電波利用推進部会（第12回　H29.06.22）**

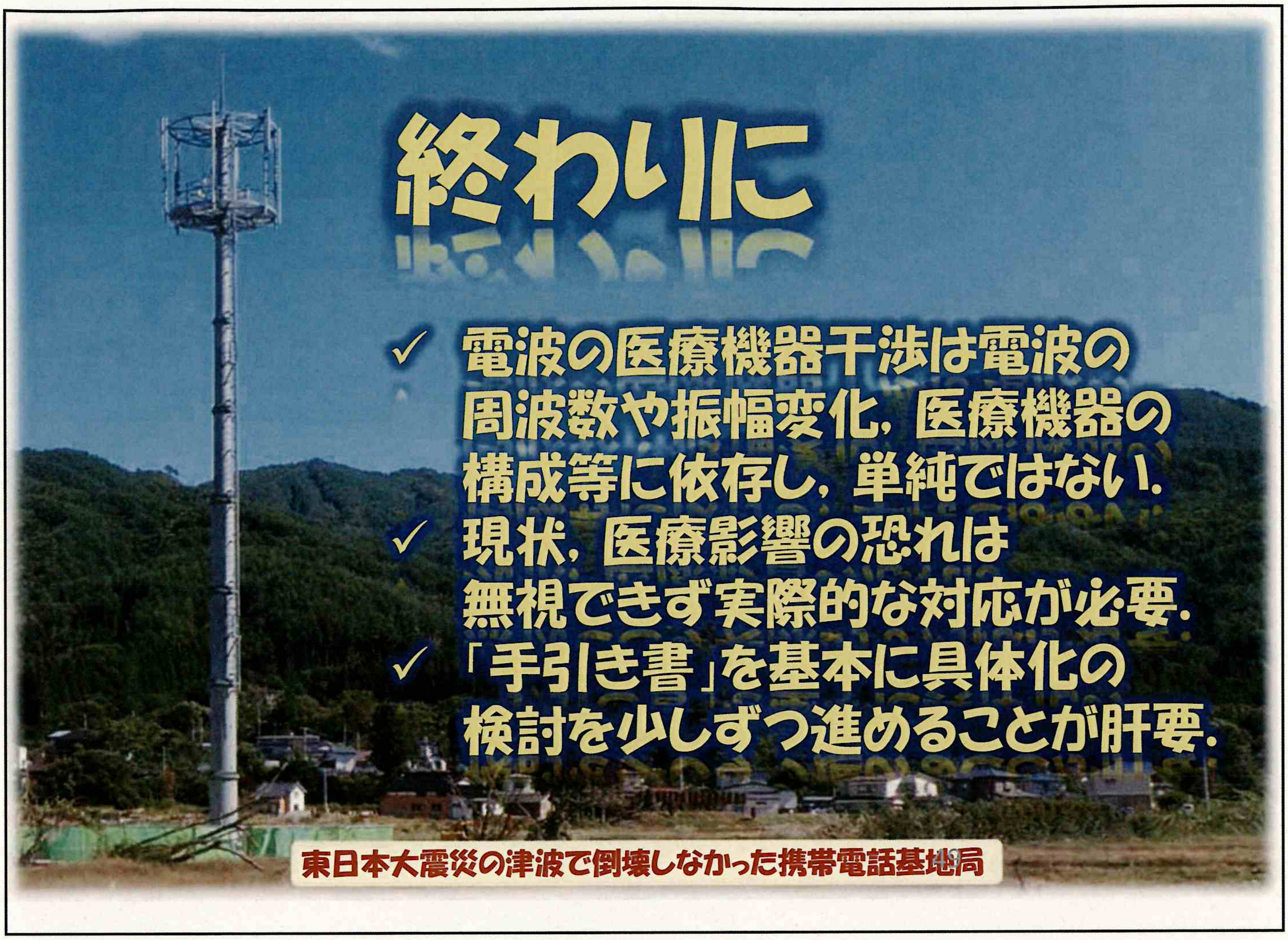
1. 全国的な意見・情報交換，成果の共有を可能とすべく，ネットワークの構築が重要
2. 災害拠点病院（南海トラフ地震）が大切（通信インフラの整備など？）
3. サイバー攻撃対策についても検討して欲しい
4. 現在の「手引き書」を改善して欲しい（分かりやすく，かつ根拠等詳細事項の充実が望まれる）．専門知識の教育がうまくできるか疑問．
5. （沖縄）：世界に通用するピクトグラムを使うつもり．自ら納得するため，携帯電話実機で病院内の電波環境調査，医療機器干渉の実態調査を行った（アンテナレベルマーク，シールド繊維を使用）⇒？

48/51

ハートライフ病院が独自に開発したピクトグラムなど

〇：許可，△：条件付き，×：不許可の使い方は日本でしか通用しない




終わりに
✓ 電波の医療機器干渉は電波の周波数や振幅変化，医療機器の構成等に依存し，単純ではない．
✓ 現状，医療影響の恐れは無視できず実際的な対応が必要．
✓ 「手引き書」を基本に具体化の検討を少しずつ進めることが肝要．
東日本大震災の津波で倒壊しなかった携帯電話基地局

総務省 北海道総合通信局 電波監理部 電波利用環境課

〒060-8795
札幌市北区北８条西２丁目１－１　札幌第１合同庁舎
TEL　011-737-0099