

医療における電波通信の利用と 電磁環境

花田 英輔

島根大学医学部附属病院 医療情報部

病院内での無線通信の 必要性

医療現場での無線通信導入の需要

▶「チーム医療」の導入と推進

- 1人の患者に関わる職種が増加→情報の即時共有の重要性増

患者情報の迅速かつ正確・確実な共有が実現に必須

▶患者情報の迅速・正確な共有には

「データの電子化」と「ユビキタス環境の整備」の両立が望ましい

用語の定義(考え方)

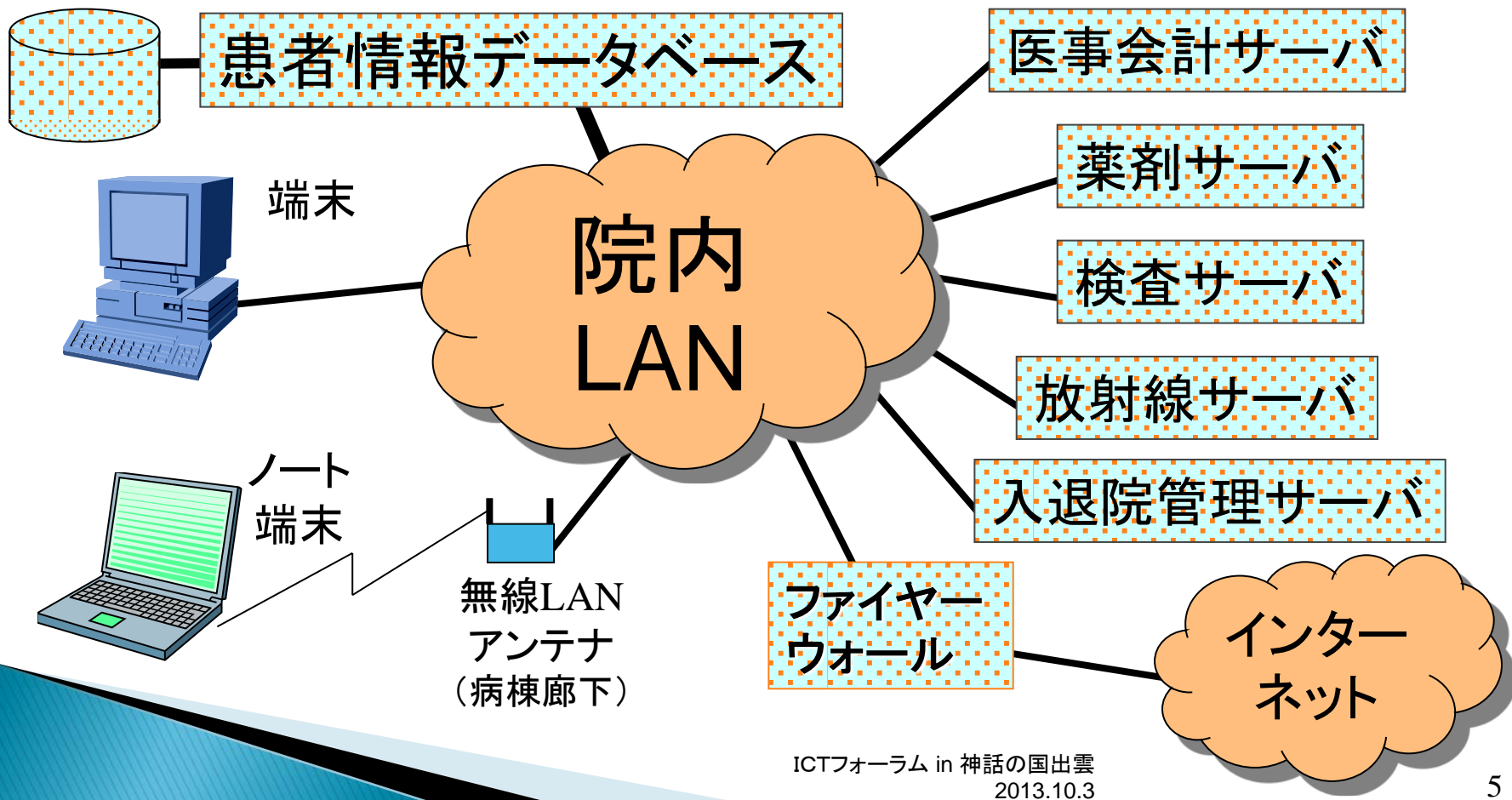
▶ 医療におけるユビキタス

- 医師は患者に対する医療行為等の指示を「いつでもどこでも」できる状態
- 患者情報の入力、参照、共有が「いつでもどこでも」可能な状態

具体的には(主に無線)通信の活用により端末が使いたい場所では使える状態になっていること

医大の病院情報システム

- ▶ サーバ:約45台 端末(PC):1000台程度
- ▶ サーバと端末の間は有線LANと無線LANで接続
- ▶ 2012年5月に更新



医大の電子化情報システム

▶ 有印文書以外の電子化はほぼ達成

- 完全電子カルテ化(2006年9月)
- 電子化看護記録 (2006年9月)
- フルオーダ化(2006年11月)
- 診断書等の作成(2006年11月)
- フィルムレス(2008年4月)
- 診療報酬請求業務(2008年4月)
- 電子紹介状システム(2001年～)

遠隔医療(皮膚科、オンライン支援)も実施中

医療における無線LAN導入需要

- ▶ 無線LAN導入への期待
 - 患者情報のベッドサイド参照
 - ・ 情報提示、ワークシート参照、三点照合
 - 患者情報の発生源入力
 - ・ バイタル(体温・血圧等)、検査結果
 - パーソナル型端末での情報参照
 - 「いつでもどこでも」情報参照可能

今後の益々の需要拡大は容易に想像可

実は医療でも以前から使っていた無線通信

- ▶ PHS利用ナースコール
 - 内線電話と接続可能
 - 通話中でも患者コールで割込み可能(専用交換機)
 - ストラップに「医療用」「ナースコール」等と記載
 - 医療情報システムの入力装置としての端末
 - バーコードリーダとの連動

呼出にいつでもどこでも対応、満足されるケアを実現する
ハンディナースコールⅢ-C型
小規模医療施設・福祉施設に最適なナースコール用PHSシステム

CARECOM

ハンディナースコールの更新をお考えのお客様へ

スタッフステーションが2カ所までの医療施設様へ

新型特別介護老人ホーム様へ

同室内で複数通話が可能

運用体制に合わせたシステム構築

更新は今までの通線をそのまま使用

ご購入しやすい価格

株式会社ケアコム

ハンディナースコール(ケアコム)

実は医療でも以前から使っていた無線通信

- ▶ 島根大学医学部附属病院におけるスタッフ向けPHS
 - 公衆用PHSを導入
 - 赤色ストラップで携帯電話と区別
 - 外の病院を手伝う医師にも連絡がつく
 - 所持者(導入当時)
 - 医師(含研修医)
 - 一部の看護師長
 - 合計350台程度



PHSの導入効果

- ▶ 導入前後に7日間ずつカウント調査
 - 固定電話への通話総数: 1879本→1207本
 - 672本(35%以上)の削減
 - 病棟への平日の電話本数は半減
 - 1078本→470本まで削減
 - 手術部宛の電話のみ増加
 - 医師は手術室にPHSを持ち込まない
 - 発信者別
 - 医局等からの電話は半減
 - 病棟への薬剤部からの電話は1/5に削減
- ▶ **看護業務・調剤業務の効率化・安全向上**

実は医療でも以前から使っていた無線通信

▶ 生体情報モニタ

- 数十年前から使用(420MHz帯)
- 情報流通基盤を無線LAN規格とする動きあり
- 移動可能性は比較的少



左: ベッド
サイドモニタ

右: セントラル
モニタ

実は医療でも以前から使っていた無線通信

- ▶ PDA(Personal Digital Assistance)・スマホ・タブレット端末など
 - 主に看護師が持ち移動しながら入力・参照
 - 点滴の内容確認
 - 患者確認(リストバンドでの確認)
 - 医師による利用も試験的に進行(参照・提示用)
 - 自由文入力に弱点有

医療機器の電磁波障害と 規格・総務省指針

医療における移動体通信

▶ 移動体通信への期待

- 携帯電話・PHS
 - 双方向通信が可能
- 無線LAN
 - 自由に動きながら情報にアクセス可能

▶ 電磁波障害への不安

- 携帯電話は着信直前から電波を出す
- メールを送受信でも電波を出す
- 通話していなくても電波を出す場合有り
- **不要協指針等による制限**

移動体通信端末が発する電波

システム名	出力*(W)	周波数
携帯電話 (日本,以前の物)	0.8	800MHz帯 1.5GHz帯
携帯電話 (現行:FOMA等)	0.2~0.25	800MHz帯 2.0GHz帯他
PHS	0.08	1.9GHz帯
GSM(欧州標準)	5	900MHz帯
無線LAN (IEEE802.11b)	日本: 0.01/MHz 欧州: 0.1 米国: 1	2.4GHz帯

*最大出力

なぜ電磁波で医療機器が誤動作するのか？

▶ 細かい原因はそれぞれ異なる
例)

- 医療機器内の電子回路にノイズが入って異常動作
- 医療機器が持つセンサーに異常信号が入って誤動作
- 電源基板にノイズが入り、生体信号を正しく捉えない

ノイズが大きければ誤動作の可能性大

医療機器の対放射電磁界規格

- ▶ IEC 60601-1-2 : 電磁両立性規格
- ▶ IEC 61000-4-3 : 放射電磁界に対する試験方法
 - 一般医療機器は **3 V/m**の電界中でも誤動作しないこと (レベル1)
 - 生命維持装置は **10 V/m**の電界中でも誤動作しないこと (レベル2)
 - 適用周波数 : 80MHz ~ 2.5 GHz (Ed.2~)

携帯電話端末の電波による医療機器の電磁波障害

- ▶ 不要電波問題対策協議会(不要協)の実験(1996～1997)
 - 350種類以上の医療機器に移動体通信実機から電波を照射
 - 携帯電話端末が発する電波で66%の機器に影響有
 - 最大距離 400cm (50cmでの誤動作率15%)
 - PHS端末が発する電波で8%の機器に影響有
 - 最大距離 65cm (ほとんどは10cm以内)

不要協の指針(1)

「医用電気機器への電波の影響を防止するための
携帯電話端末などの使用に関する指針」(1997年3月)

▶ 携帯電話

○ 手術室・ICU・CCU等

→ 端末の**持ち込み禁止**、持ち込む場合も**電源断**

→ 部屋の周囲(隣室・上下階)でも**電源断**

○ 検査室・診察室・病室・処置室・新生児室・ 透析室等

→ 端末の**電源断**

→ 部屋の周囲(隣室・上下階)でも**電源断**

○ その他の区域

→ 医療機関が特に認めた場所でのみ**使用可**

不要協の指針(2)

- PHS
 - 注意の上使用可
 - 出力の弱い機器を選択する
 - 識別を容易にする
 - ICU、CCU、手術室では**使用不可**
 - 医用機器のごく近くでは**利用不可**
- この指針は厚生労働省から「医薬品等安全情報No.143」として全医療機関に配布(1997年6月)

指針のその後

- 医薬品・医療用具等安全情報 No.179
(2002年7月, 指針の再確認と新しい通信機器への対応)
 - 携帯電話(FOMA, W-CDMAを含む)
 - 不要協指針の継続
 - PHS
 - 不要協指針の継続
 - 無線LAN(2.4GHz帯, 5GHz帯とも)
 - 医用機器のごく近くでは**利用不可?**
(機器から20cm以内で影響あり)

指針のその後(続)

- 2009年5月、総務省指針(改定)
「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」
 - 携帯電話、PHS
 - 不要協指針の継続(安全距離22cm)
 - 携帯電話用小電力レピータ
 - 設置状況から見て問題なし
 - EAS機器(いわゆる「万引き防止装置」)
 - ステッカーを制定
 - 「立ち止まらずに通路の中央をまっすぐに通過すること」
 - 無線LAN
 - 特に注意を必要としない(2.4GHz帯,5GHz帯とも)

指針のその後(続)

- 2009年5月、総務省指針(改定)

「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」

－RFID機器

- ステッカーを制定
- ゲートタイプ「立ち止まらずに通路の中央をまっすぐに通過すること」
- 据置き型の高出力型950MHz帯パッシブシステム「1m以内に近づかないこと」
- 非接触ICカードシステムのリーダライタ部「12cm程度以上離すこと」
- 上記以外「22cm程度以内に近づかないこと」

指針のその後(続)

- 2013年1月、総務省指針(改定)

「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」

- 携帯電話、PHS → 植込み型医療機器向け不要協指針の変更(安全距離は22cm→15cmへ)
- 他の機器 → 継続あるいは変更無し

- 改訂の理由

- 第二世代携帯電話のサービス終了
 - 強い電磁波を出す端末の除去
- 医療機器への照射実験を再度実施
 - 3cmまで近づけなければ誤動作無し
- 国際規格との整合性の確保
 - 国際規格は15cm以遠を推奨

医療機器を取り巻く 電磁環境

医療機器を使う上で考えるべき電磁環境

▶ 放射電磁界

- 携帯電話
- 外来電磁波
- 医療機器由来

▶ 静磁界

- 溶接残留磁場
- 医療機器由来

▶ 電源電圧

- 低周波雑音
- 高周波雑音

▶ 接地(アース)

- アースの種別
- アース先の土壌
(埋立地?湿地?)

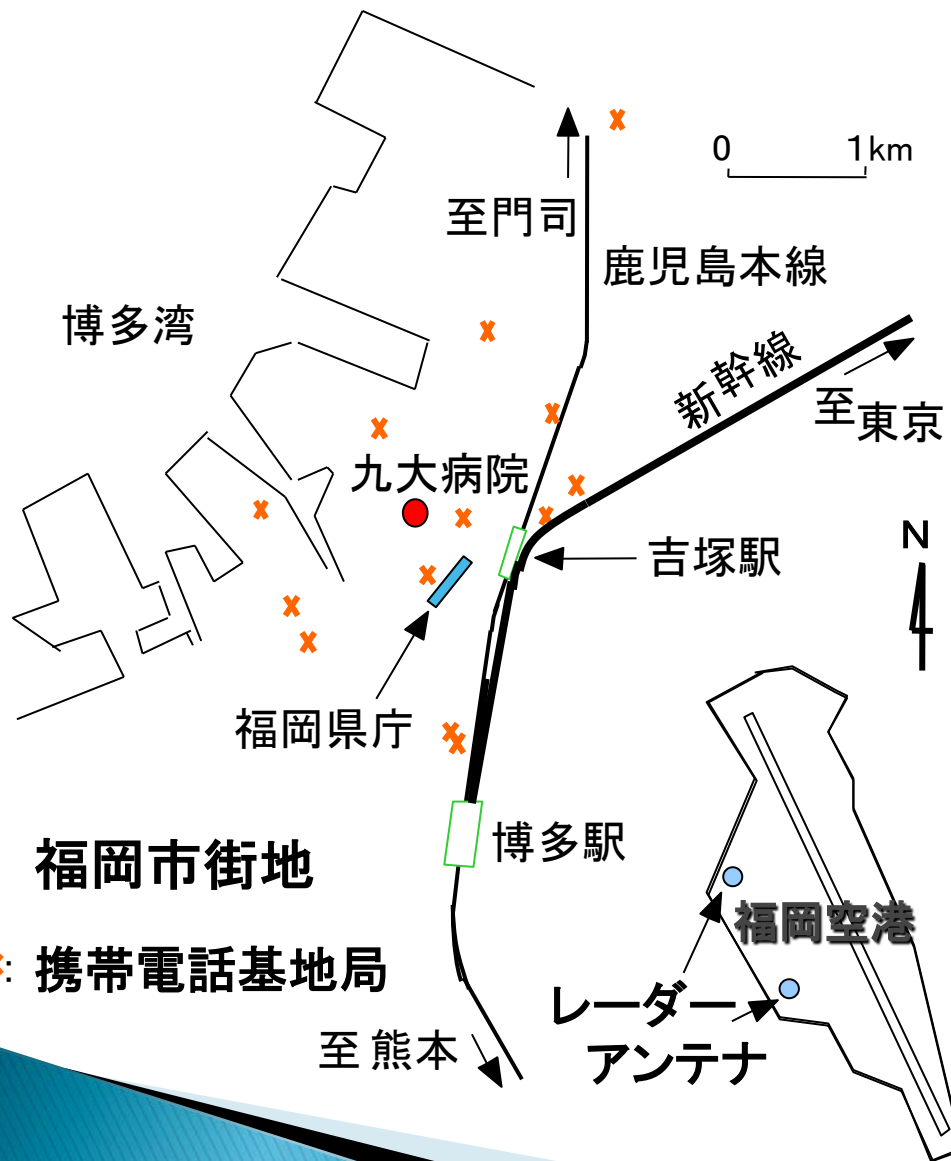
静磁界については本日省略

医療機器を取り巻く 電磁環境 (1)放射電磁界

都市部の電磁環境

- ▶ 現代都市には多くの電波発信源が存在
 - 携帯電話基地局
 - PHS 基地局
 - 放送局 (テレビ・ラジオ)
 - 航空管制レーダー
 - 船舶無線
 - 警察無線
 - 行政防災無線
 - アマチュア無線
 - トランシーバー
 - トラック・タクシー無線
 - 電気鉄道架線
- ▶ 外来侵入電波による電磁波障害の危惧

九州大学病院の立地条件



- 地上11階・地下1階(南棟)
(最大地上高 56 m)
- 半径 2 km以内で最も高い建築物 (航空法規制下)
- 福岡県庁・福岡県警本部
まで約 280 m
- 福岡空港まで 3~4 km
- 最寄ラジオ送信塔まで
2.2 km (福岡タワーまで
6 km)
- 建物から半径 2 km以内
に携帯電話基地局 14 基

侵入電波による電界の測定

1: 概要計測

- 全方位で最大の電界を測定

2: 再測定および発信源推定

- 11階 (Point 11N) で測定
- 8方向(45 度ごと)に電界の最大値を測定

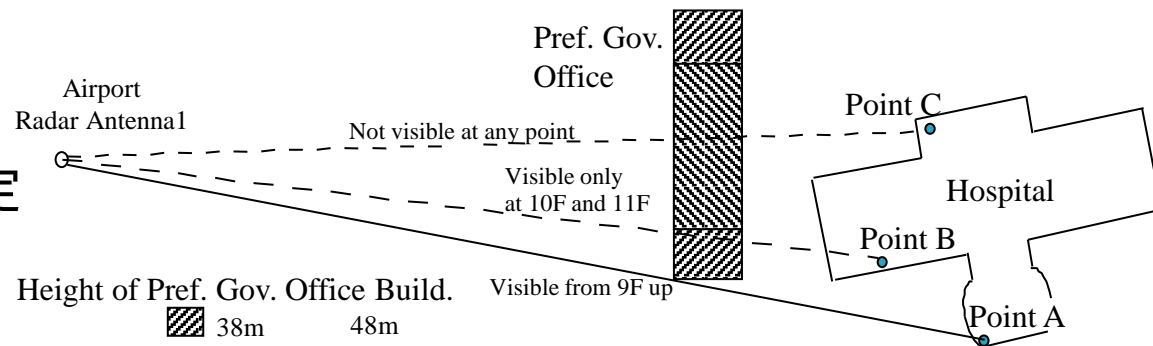
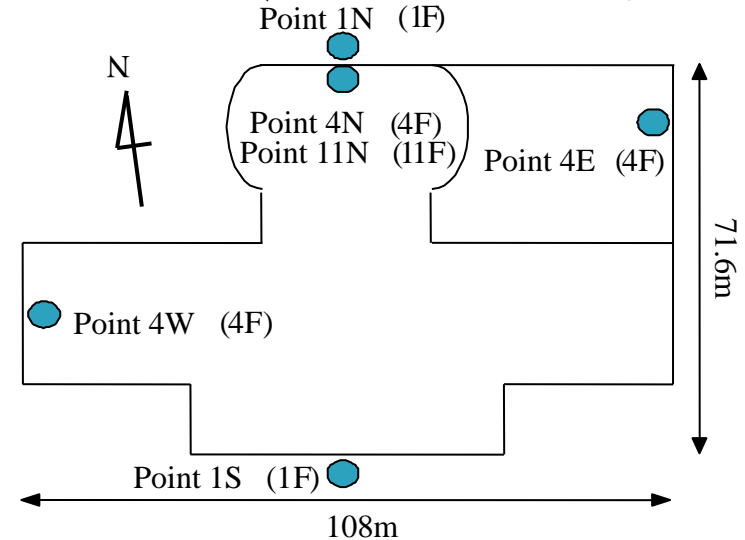
3: 高度分布測定

- 南東側 3ヶ所で計測
- 11階から順に測定
 - ・ 3V/m 以上を観測すれば 1つ下の階で測定
 - ・ 電界強度が 3 V/m を下まわるまで継続

観測点

侵入電波が多いと考えられる6地点

建築中 (窓ガラス無しの状態)

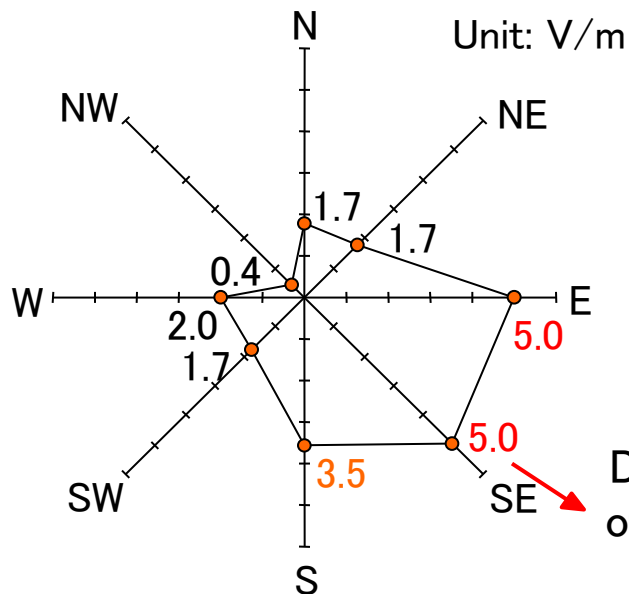


測定結果(1)

▶ 各地点の電界(0.40 V/m以上のみ)

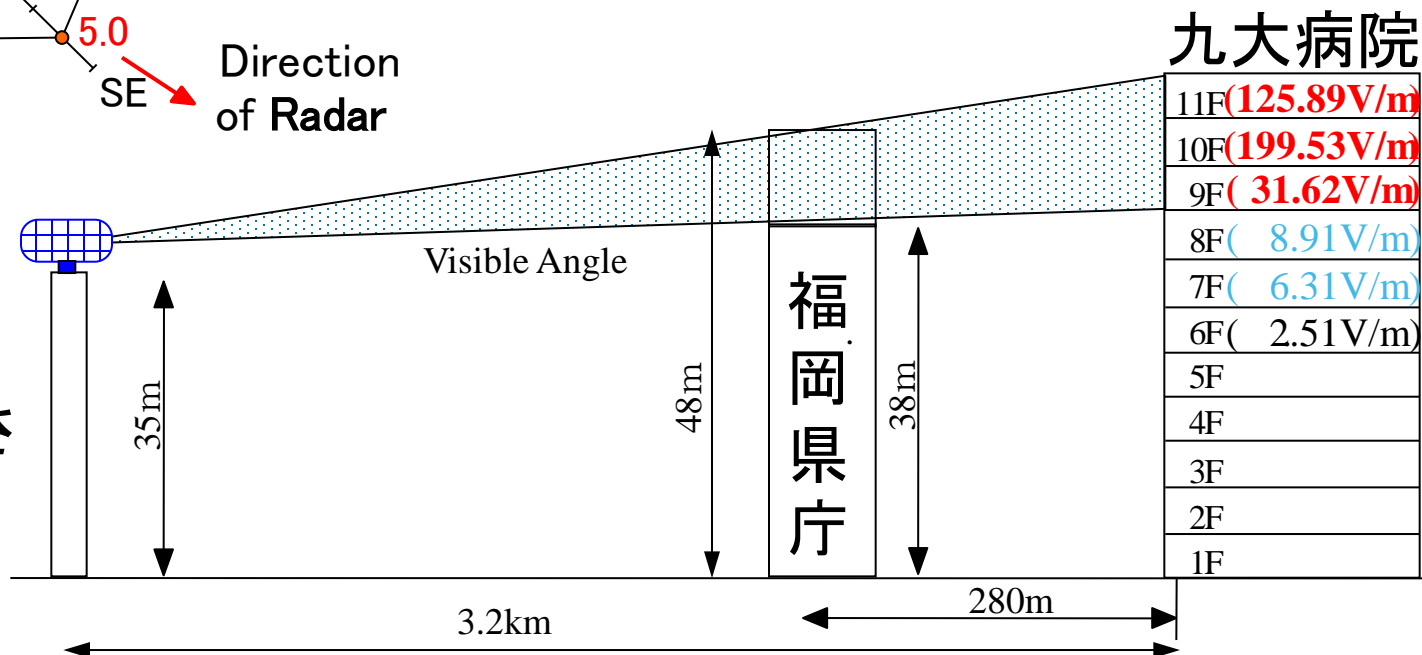
測定点名	周波数	最大電界(V/m)	偏波	使用目的
Point 1N	816MHz	0.45	垂直	携帯電話(PDC)
Point 1S	2.79GHz	2.24	水平	航空管制
Point 4N	508MHz	0.79	水平	TV(UHF)
	612MHz	0.50	水平	TV(UHF)
	2.87GHz	0.50	垂直	航空管制
Point 4E	816MHz	0.50	水平	携帯電話(PDC)
	816MHz	1.78	垂直	携帯電話(PDC)
	870MHz	0.45	垂直	携帯電話(CDMA)
	1.92GHz	0.45	垂直	携帯電話(PDC)
	2.79GHz	1.58	水平	航空管制
	2.79GHz	0.79	垂直	航空管制
Point 4W	2.79GHz	1.12	垂直	航空管制
Point 11N	508MHz	0.56	水平	TV(UHF)
	612MHz	0.40	水平	TV(UHF)
	1.34GHz	1.00	水平	航空管制
	1.38GHz	0.56	垂直	Radio Location
	2.79GHz	3.16	水平	航空管制
	2.79GHz	1.00	垂直	航空管制
	2.87GHz	3.98	水平	航空管制
2.87GHz	1.78	垂直	航空管制	

測定結果(2)



2.79 GHzにおける各方向からの電波による電界の強さ

▶ 各階Point Aの電界の強さ



福岡空港のレーダー波が病院に到達していた！

携帯電話等のアンテナ

- ▶ 公衆用移動体通信システム基地局
 - 携帯電話基地局
 - 地上高: 30 m ~ 50 m
 - アンテナ出力: 1 W ~ 10 W
 - PHS基地局
 - 地上高: 5 m ~ 50 m
 - アンテナ出力: 0.16 W ~ 2 W
- ▶ 今回の観測値は 3 V/m 未満
 - 基地局までの距離は最短 200 m
 - 距離が近ければ規格上限値を超える恐れ
 - 増設による電界強度増加の恐れ

空港監視アンテナ

▶ 空港監視レーダー(ASR)アンテナ

- パラボラアンテナ2基(いずれも水平方向に回転)
- 発信周波数 2.79 GHz・2.87 GHz
- 空中線出力 500 kW
- 設置高 約 38 m (病院建物の8階に相当)
- 観測点からの距離 約 3.2~3.5 km

▶ 高い電界強度

- 11階で電界強度約 200 V/m (生命維持装置のイミュニティ規格の約20倍)
- 9階~11階は発信源が目視可能
 - 観測点と発信源の間の建物(県庁)による遮蔽
 - 離着陸する飛行機、多数の鉄塔、周辺建物による反射波

外部発信源による電磁波障害まとめ

- ▶ 市街地では種々の電波が飛び交い、強い電界強度を保ったまま建物に侵入する恐れ有
 - 強い電界強度の観測例
 - テレビ・ラジオ搬送波
 - 携帯電話の基地局電波
 - 空港監視レーダー電波
 - 近隣の無線LAN
 - 発信源からの距離が短い場合は医療機器への影響懸念あり
- ▶ 高層建築・電波発信源がごく近い病院は電磁環境測定の上対策検討の要あり

医療機器を取り巻く 電磁環境 (2) 電源

電圧変動の要因例

- ▶ 供給上の原因(外部的要因)
 - 変電所への落雷
 - 配電経路の変更
- ▶ 設備上の原因(外部的要因?)
 - 動力線による電灯線への電磁誘導
- ▶ 使用上の原因(内部的要因)
 - ACアダプタやモータを含む製品(掃除機等)が発する反射ノイズ
 - 負荷への無関心(タコ足配線)

非常電源管理の基本

管理の原則はJIS規格 (JIS T1022「病院電気設備の安全基準」)

非常電源の種別	所要復電時間	コンセントの色
瞬時特別非常電源(無停電電源含む)	0.5秒以内 (無停電電源はUPS使用)	赤 (無停電電源は 緑)
特別非常電源	10秒以内	赤
一般非常電源	40秒以内	赤

カテゴリー	医療処置内容での分類	医用室の例	非常電源	
			一般/特別	瞬時特別
A	心臓内処置、心臓外科手術及び生命維持装置の適用に当って、電極などを心臓区域内に挿入又は接触し使用する医用室	手術室, ICU, CCU, NICU, 心臓カテーテル室	必須	必須
B	電極などを体内に挿入又は接触し使用するが、心臓には適用しない体内処理及び外科処置などを行う医用室	HCU, 回復室, 救急処置室, 人工透析室, 内視鏡室など	必須	必要時
C	電極などを使用するが、体内に適用することのない医用室	分娩室, 未熟児室, 陣痛室, PET室, 温熱治療室, MRI, X線検査室, 理学療法室など	必須	必要時
D	患者に電極などを使用しない医用室	病室, 診察室, 検査室, 処置室	必要時	必要時

電源の選択と電源環境

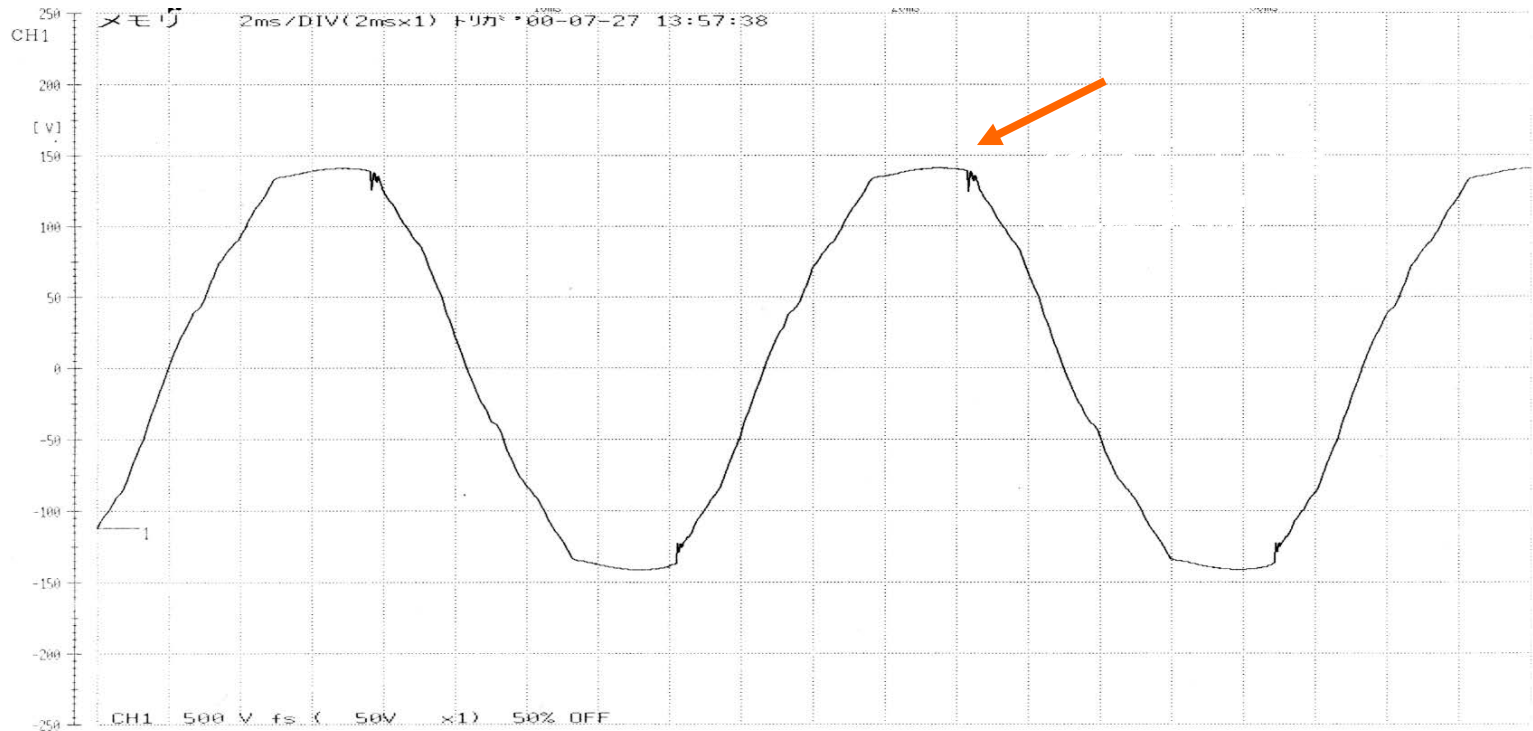
- ▶ 充電電池内臓の機器（輸液・シリンジポンプ）
 - 電源電圧の変動により、電源センサーが作動して停止する恐れ！
- ▶ 理想論的対策
 - AC電源を使わない
- ▶ 現実論としての対策
 - AC電源を接続してもよいが、注意事項あり
 - 同じコンセントに多数を同時につながない
 - 同じコンセントにポンプ（医療機器）とパソコンや掃除機などを同時につながない（特に外来）

1) 同じ電源に多数つなぐと、

▶ 電圧低下(波形歪)の原因になる

- 過大負荷
- ポンプ(モーター)が出す電磁ノイズ(反射ノイズ)

例) 1つのコンセントに12台の輸液ポンプをつないだ場合(某国立大学ICU)



2) 医療機器と他の機械の混用

同じコンセントへの同時接続は危険！

- ▶ 同時使用機器のノイズによる電圧変化
 - モーター起動時のノイズ
 - ・ 例) 掃除機、扇風機、冷蔵庫、ファン
 - 電子機器(インバータ等)のノイズ
 - ・ 例) パソコン等のACアダプタ、電子レンジ
- 電圧歪の原因 = センサーによる「電圧異常」警報誤鳴動の原因

電源管理手法(対 電圧変動・ノイズ)

- ▶ 医療現場ではコンセント (ブレーカ) 毎に目的に応じた用途を定めるべき

具体例

- 生命維持装置は**無停電電源**あるいは**瞬時特別非常電源**に接続

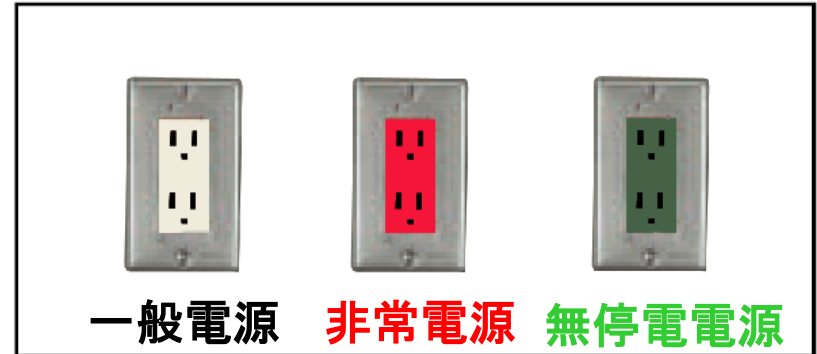


Fig. Color of power supply plugs

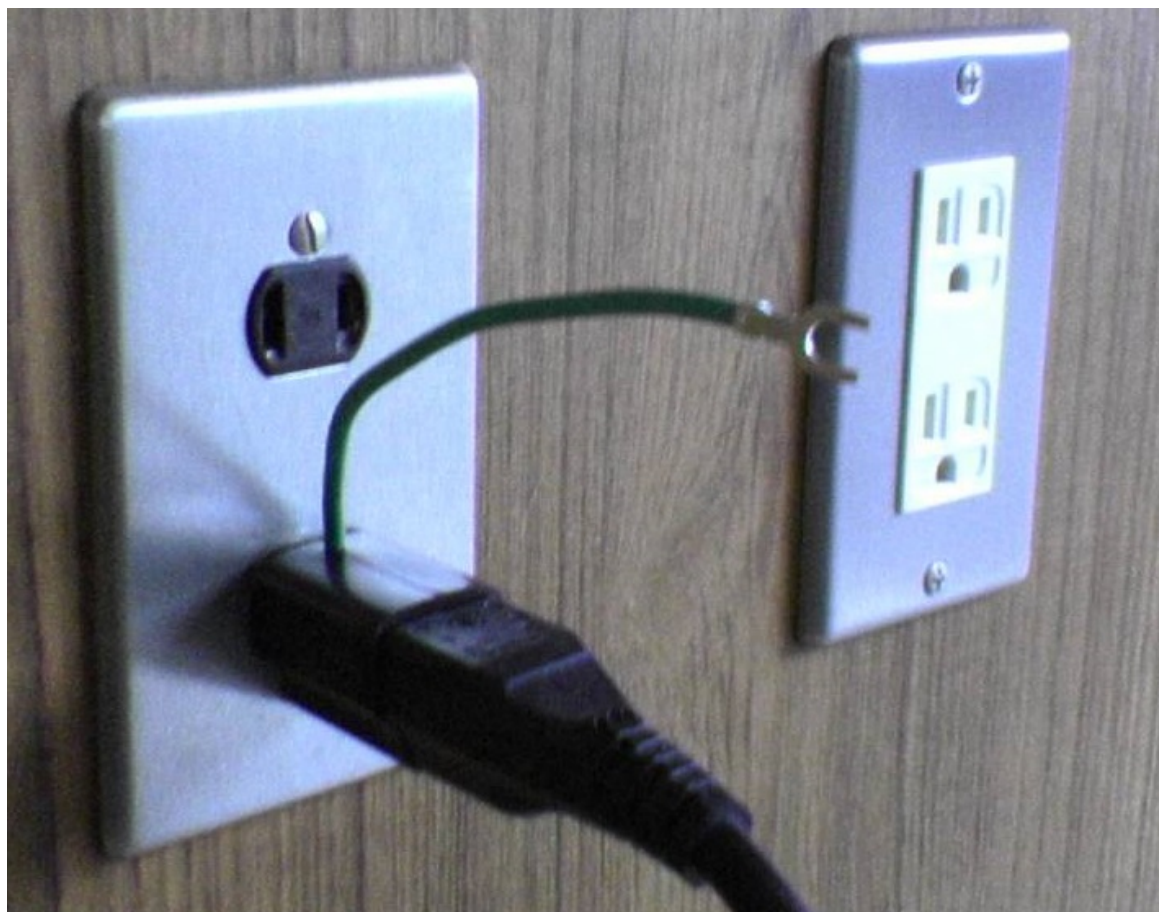
- パソコン・掃除機など電源ノイズ要因となる機器と医療機器は**接続先を分離する**
- ▶ 精密測定機器のノイズ除去は電源管理のみでは不可能な場合もある
 - 接地 (アース) 不良・静電気等によるノイズ

トラッキング現象について

- ▶ 電源プラグをコンセントに差し込んだまま放置すると起きる
 1. コンセントとプラグの隙間にほこりが溜まる
 2. ほこりが湿気を帯び、プラグ両極間で火花放電が発生
 3. 絶縁状態が悪くなりプラグ両極間に電気が流れて発熱→発火
- ▶ 台所・洗濯機・冷蔵庫などのコンセントは要注意！

医療機器を取り巻く 電磁環境 (3) 接地

こんな接続をしていませんか？



- ▶ 左：アダプタを使用して2Pコンセントに接続
（右は3Pコンセント）

電気製品（医療機器を含む）の接地

▶ 接地（アース）の意味

- 余剰なエネルギーを大地に逃がす
- センサ等への雑音を低減する

▶ 接地の種類と目的

◦ 保護接地

- 機器自体の保護
- 機器使用者の保護

◦ 等電位接地（医療では重要）

- 機器間・機器と壁等の中の電位差の解消

医療機器と不良な接地

- ▶ 抵抗値が高い接地での電気製品使用
 - エネルギーが大地に逃れきれない
 - 余剰エネルギーが機器内の金属部分に滞留
 - もし溢れたらエネルギーは空間に放出
- ▶ 電気エネルギー(電荷)滞留部分に触れると...
 - 心室細動(ショック)の可能性
 - 医療機関での接地: JIS T1022に規定有

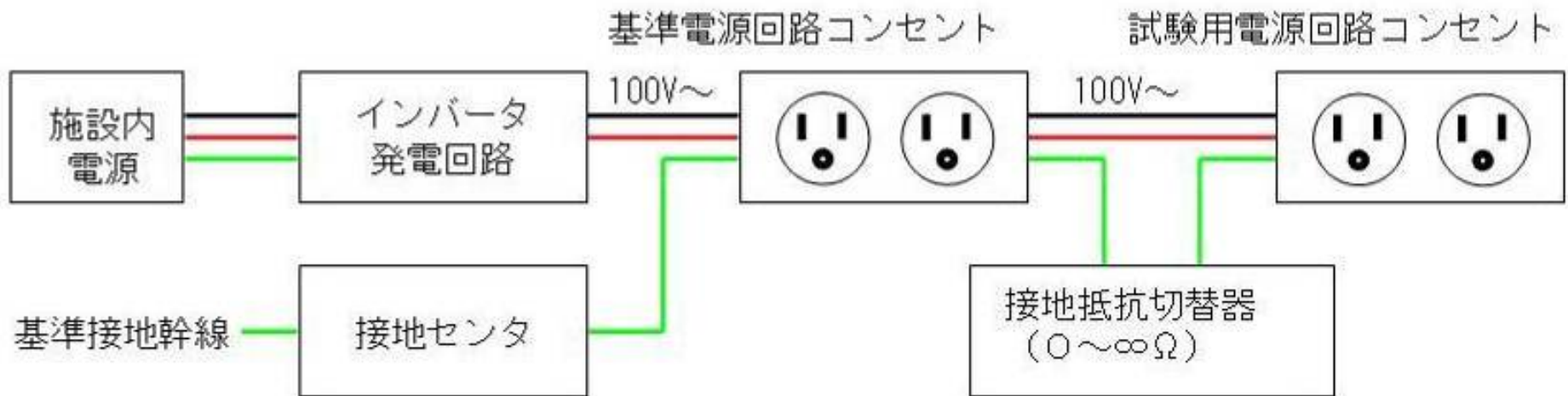
医療機器と接地の関係

- ▶ EMC規格適合の医療機器使用時の接地
 - 品質と接続状態が正常なら
 - 医療機器からの電磁界の放射はほぼ「0」(筐体の電磁波シールドが機能)
 - 品質不良、または接続不良、断線、接続忘れ等があると
 - 電磁波シールド機能が低下または崩壊
→ 内部に貯留された電気エネルギーが機器筐体から電磁波として放射

不良接地がもたらす危険の確認実験

1. 医療機器を不良な接地で使用した場合に機器が発する電磁界を計測
2. 放射電磁界がもたらす電位差とショックの危険性を確認
 - (等電位では無い場合に) 機器が発する電磁界による電位差 (電磁エネルギー) を計測

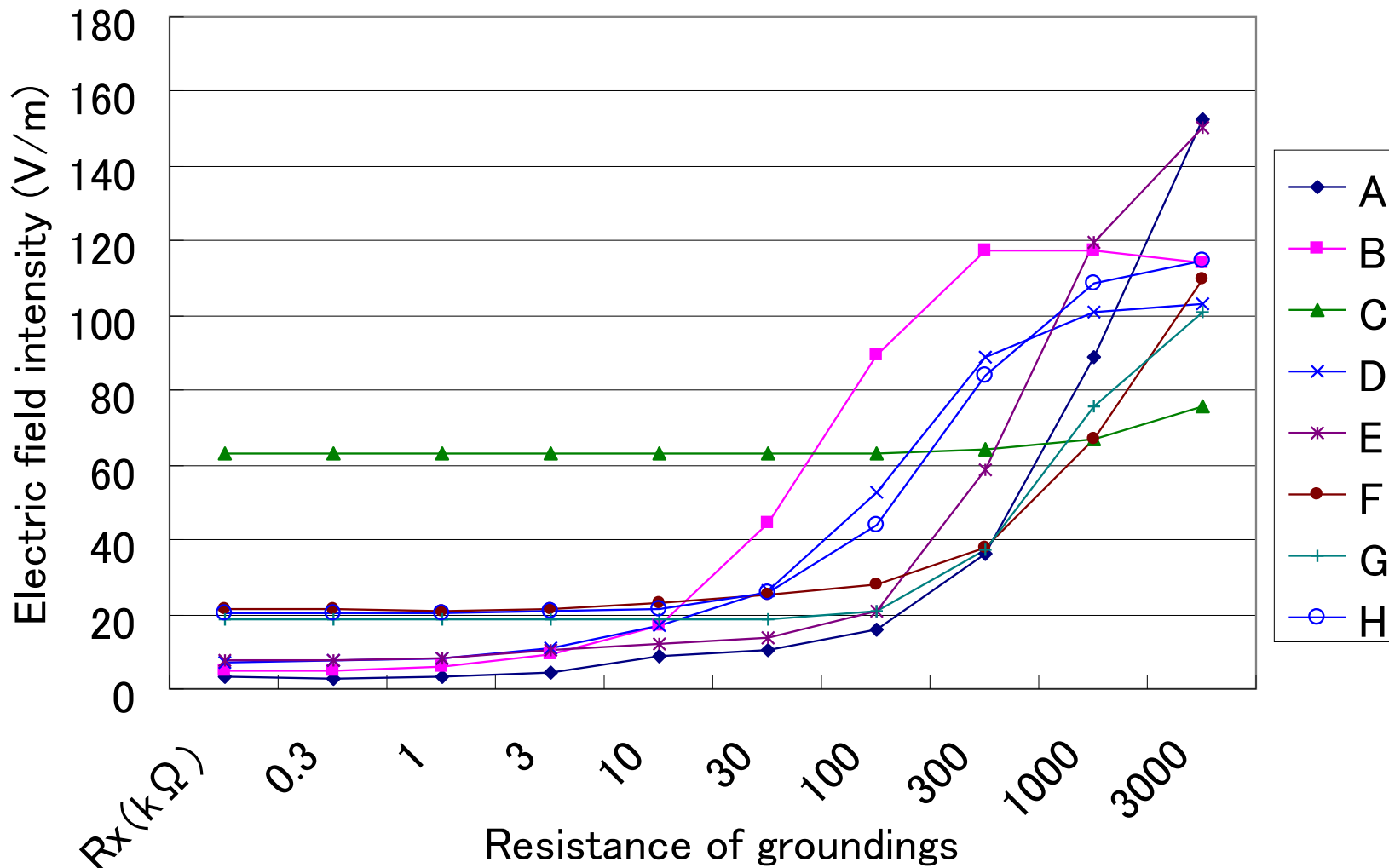
実験1(電界測定)



実験回路構成図

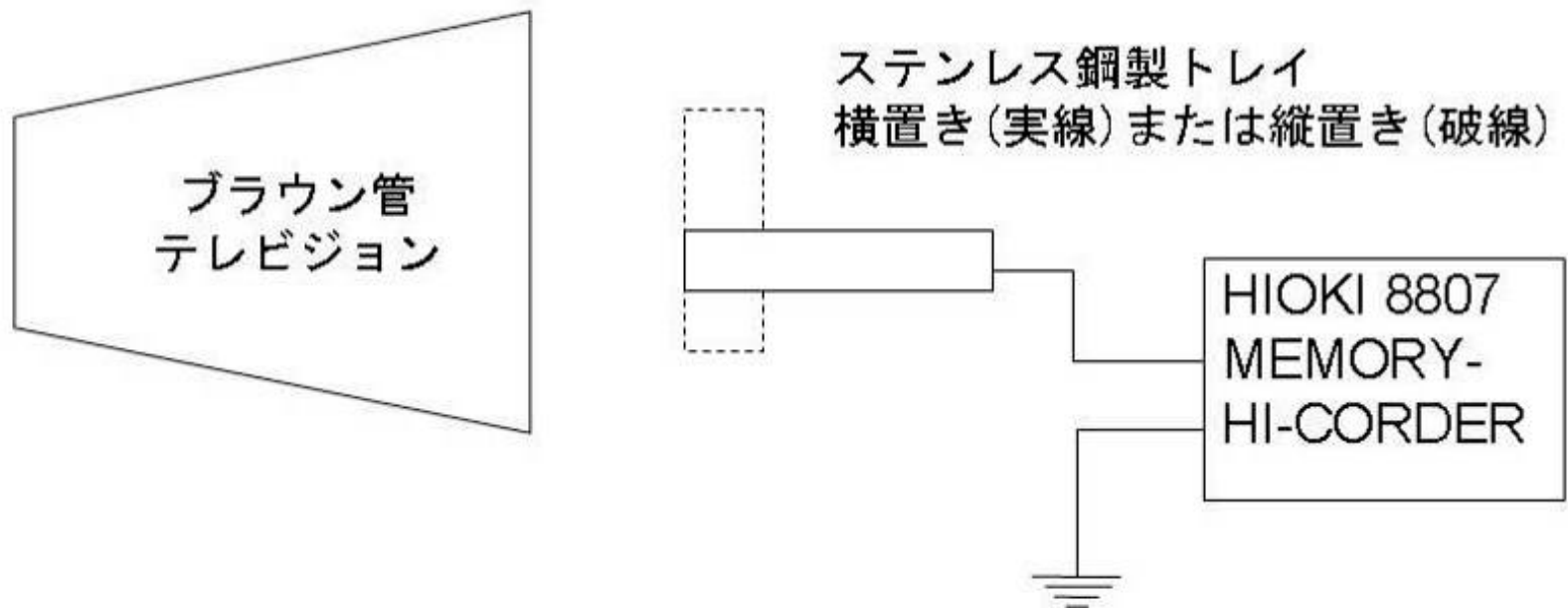
- ▶ C種接地(抵抗値 4.21Ω)を作成し、10段階に設定可能な抵抗を挿入
- ▶ 実験回路から8台のポンプ類に電源を供給
- ▶ 電源投入時で筐体正面の表面から10 cmにおける電界を測定

結果1 (電界測定)



ポンプCは接地に異常ありと考えられる

実験2(対地起電力測定)



- ▶ ブラウン管テレビと18-8ステンレス製トレイを用い、特定の電界強度となる位置に置いたトレイに発生する電位を測定
 - テレビ: 14インチと30インチ、いずれも2Pプラグ
 - トレイ: 2mm厚、底面寸法170 mm×横210 cm
 - 測定時、テレビは待機状態

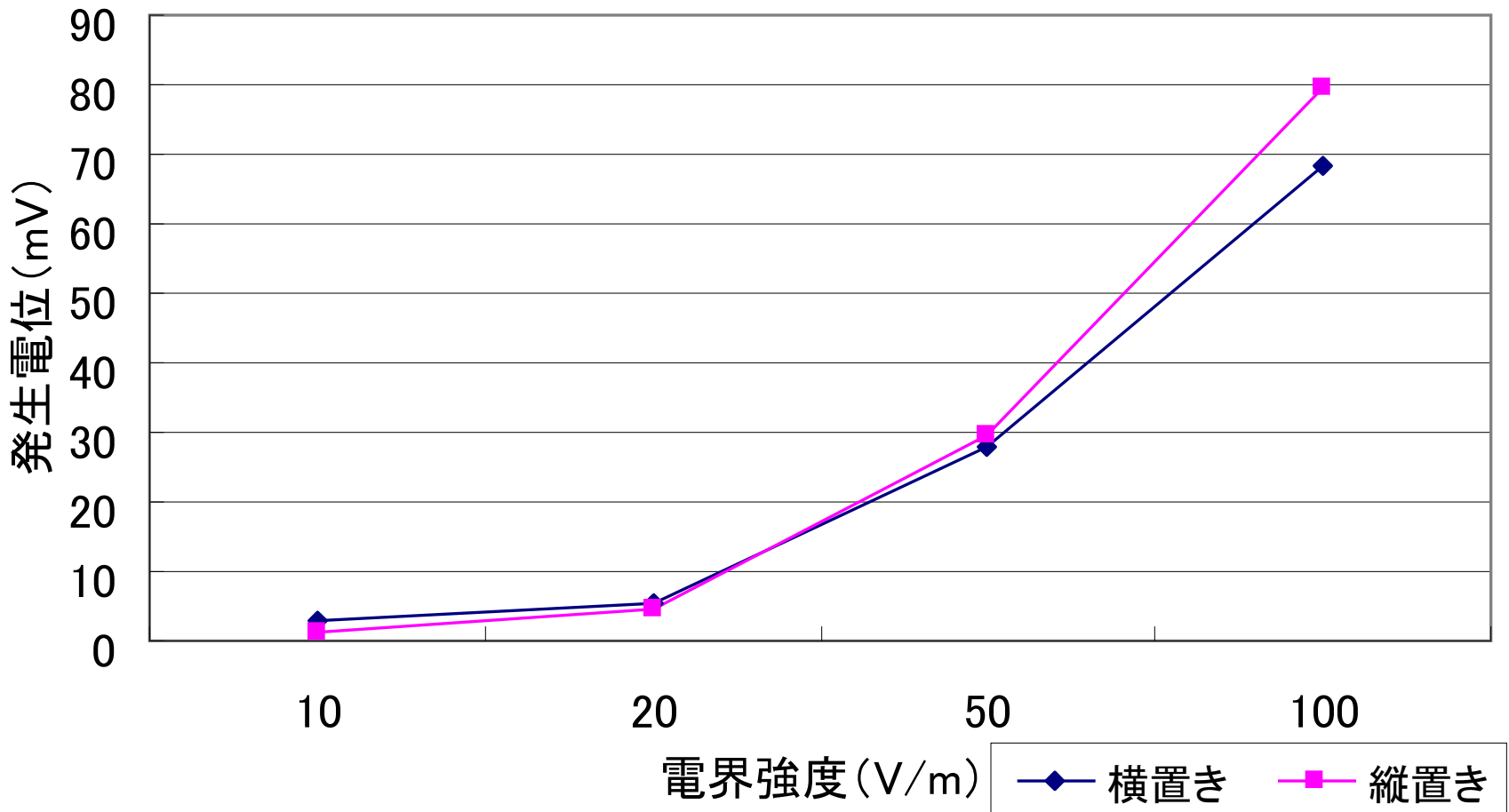
ブラウン管からの距離と電界

14インチテレビの場合

電界 (V/m)	ブラウン管表面からの距離 (cm)
10	72.0
20	47.5
50	24.5
100	12.5

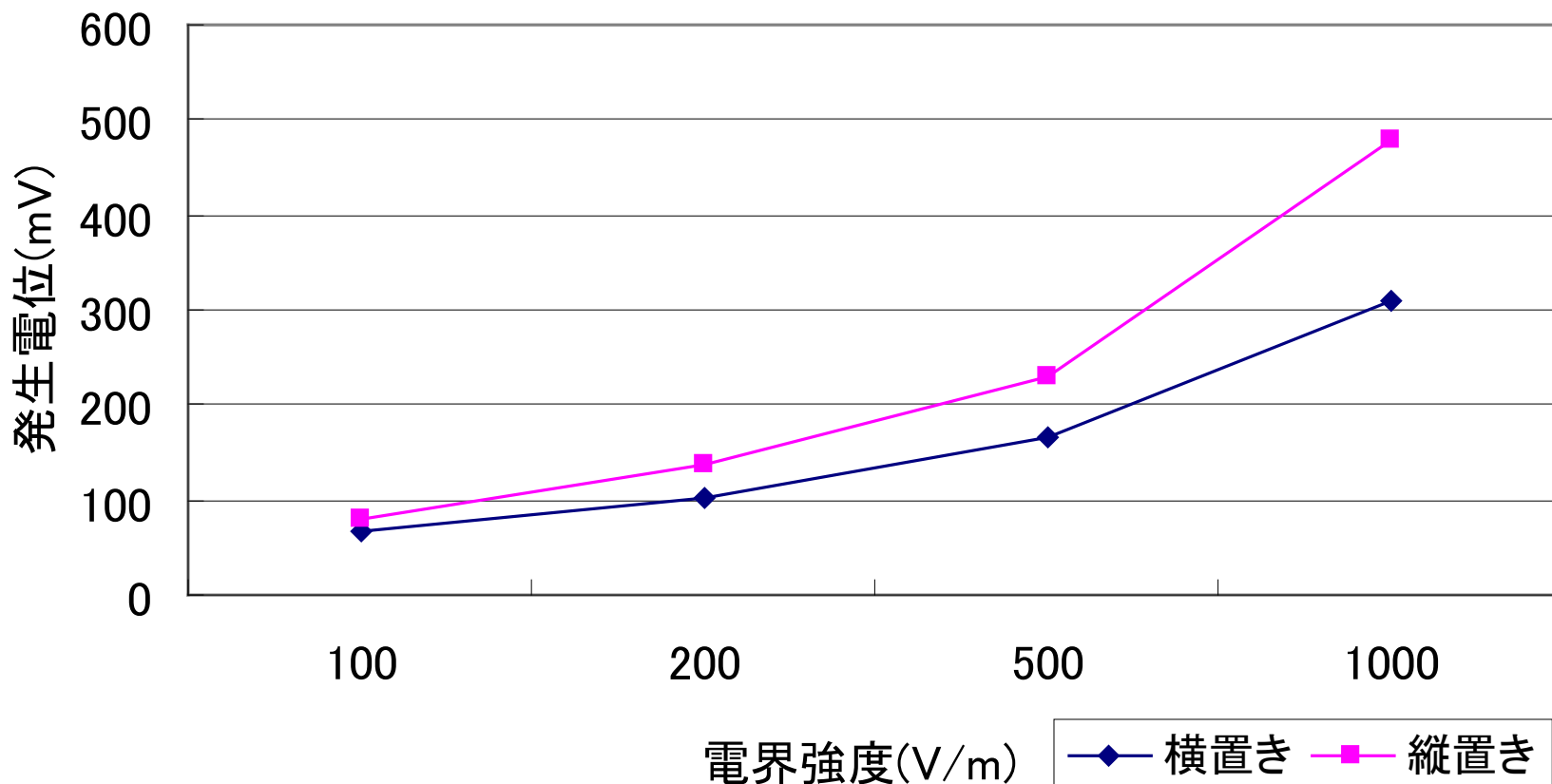
- ▶ ブラウン管テレビの電界放射源は電子銃
- ▶ 待機状態の場合、ブラウン管から発せられる電界はほぼ安定
- ▶ 画像受信時は主に輝度に応じて変化

結果2 (対地起電力測定)



▶ 14インチテレビの場合 (ブラウン管正面)

結果2 (対地起電力測定)



- ▶ 30インチテレビの場合 (ブラウン管正面)
- ▶ テレビ上部にトレイを置いた場合: 661.1 mV
- ▶ ブラウン管表面にトレイを接した場合: 2962.2 mV

対地起電力測定結果の考察

- ▶ 人体の抵抗値は1 k Ω (JIS T1022解説書)
 - 観測起電力は最大で数百 μ A程度の電流
 - 人体にショックをもたらすには十分
- ▶ 実験1で観測されたポンプ周辺の電界では150V/mを超える値あり
- ▶ 接地不良の輸液ポンプが発する電磁界が付近の金属に起電力を誘引
 - 触れた人体にショックを発生させる可能性

病院が正しく安全に無線通信
を導入するために

病院ユビキタス環境整備の条件

- ▶ 次の必要性を満たすことで真に有効性を発揮
 - 共有・伝達する内容の電子化(入力)
 - 共有すべき人数分の端末
 - 伝達すべき情報量に見合う伝送速度
 - 無線通信電波の到達範囲と利用範囲の一致
 - 不正アクセス・非権限者の参照防止

医療におけるユビキタス化の条件

▶ 安全性の確保

- 低出力機器の使用による電磁波障害の防止
- 利用者の機器使用依存の防止

▶ 情報の保護

- 使用機器の盗難・不正使用の防止
- 情報へのアクセス権の設定
- 情報の暗号化
- 音声による情報漏えいの防止

島根大学病院が導入した 無線通信

島根大学病院が実現したユビキタス環境

1. 医療情報の完全電子化
2. 無線データ通信
 - 病棟内無線 LAN(職員向け)
3. 職員向け無線音声通信
 - ナースコール用PHS(構内PHS)
 - 公衆用PHS(主に医師向け)
4. 患者・見舞者向け無線音声通信
 - 条件付きで携帯電話の使用解禁

無線LANシステム(2003年11月～)

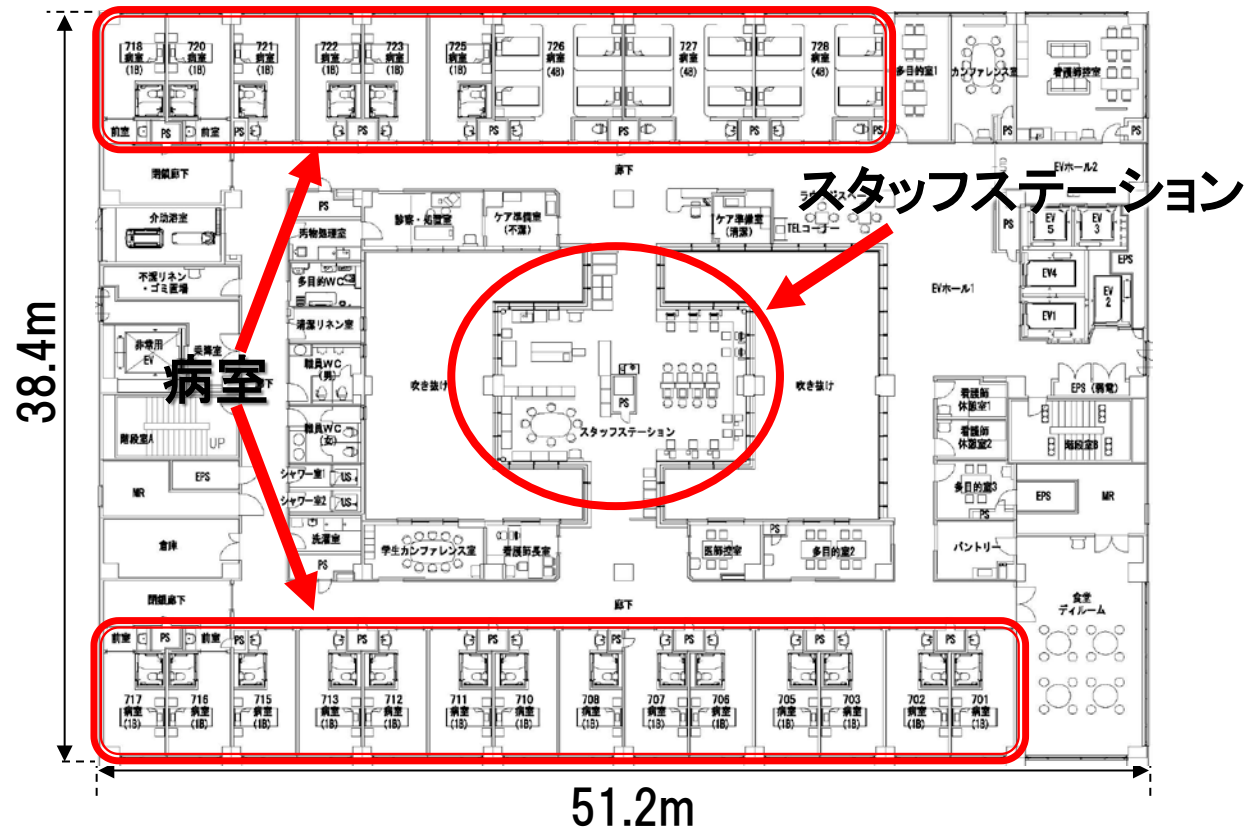
- ▶ 当初72台(540台中)の端末を無線化
 - 病棟内で職員向け業務専用
 - 各端末にバーコードリーダー添付
 - 専用ワゴンを購入
 - 一部はバッテリー付ワゴン
 - 耐震マットの活用で落下防止
- ▶ IEEE802.11a規格を採用
 - 病棟にはヒータ、電子レンジ等2.45GHz帯電磁波放射機器有
 - データ転送速度がIEEE802.11b/gより大きい



ワゴン上の無線端末(IEEE 802.11a アンテナつきノートPC)

増築棟(2011年6月末開院)への無線LAN導入

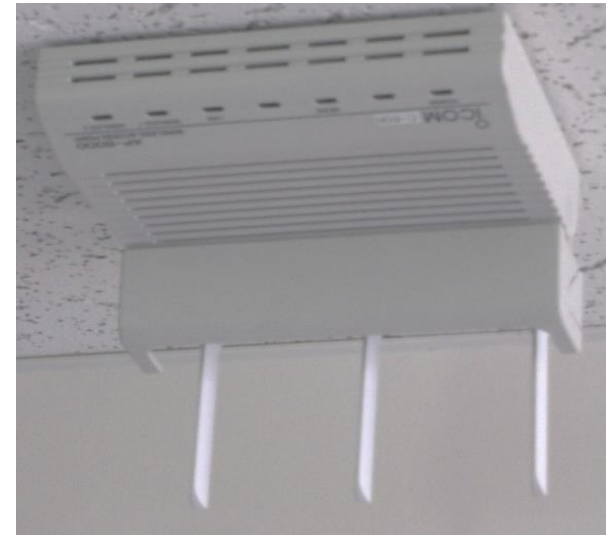
7階平面図
(重症病棟)



- 無線LAN端末利用が浸透し設置は必須
 - － 通信速度の確保
 - － 確実な電波到達範囲の確保
- **開院と同時の使用開始が前提**

増築棟における無線LAN用途区分

- ▶ IEEE802.11aと11gの併用と使い分け
 - 11a: HISクライアント用(従前)
 - HIS用ノートPCは各病棟で6~8台
 - 合計50台程度?
 - 部門システムや外来からも設置要望有
 - 11g: 上記以外の用途
想定用途例)
 - 部門所有機器
 - 可動式検査機器等
 - 手術器具確認システム



ICOM AP8000

増築棟アクセスポイント計画

- 基本設計段階の設計者案
 - 「6APで1フロア全域をカバー可能」
- 電磁界シミュレーションによるアクセスポイントの数と位置の決定が必要と判断

理由)

1. 建築部材の変化

- ドアの金属化(吊り戸でバリアフリー化)
- 個別トイレ化(パイプスペースの増加)

2. 建築様式の変化

- 吹き抜けの多用(デザイン)
- 廊下を仕切る扉(プライバシー・清浄度)

電波到達に影響する壁・床の材料

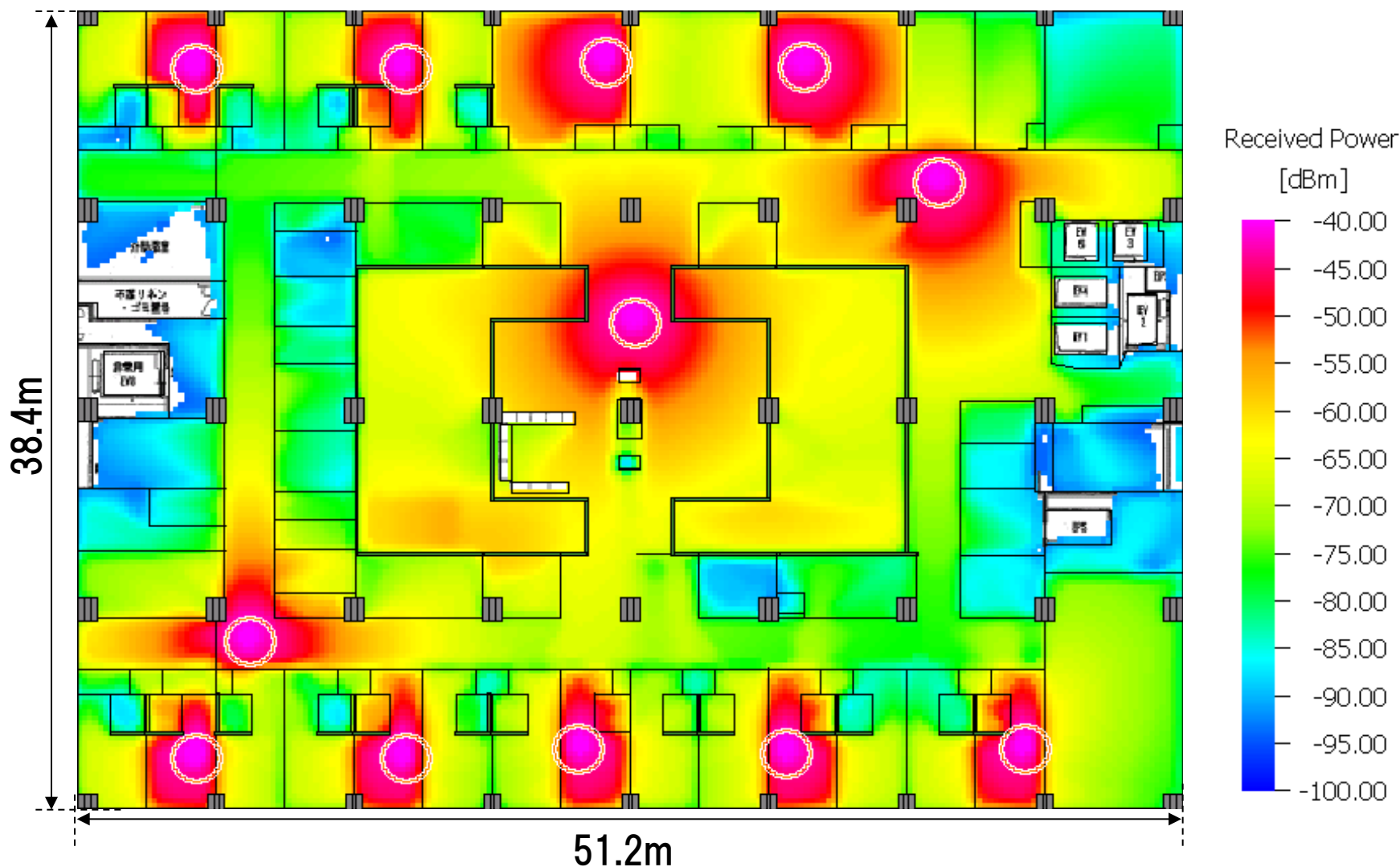
- ▶ 金属板は電波を反射する
- ▶ コンクリートは？ ガラスは？
→ どちらも電波を通します。
- ▶ 病院の床と壁の材料
 - 病室間の壁：軽鉄フレーム＋石膏ボード、ボードの間に断熱・吸音材
 - 病室ドア：軽鉄製の吊りドア（窓あり）
 - 床・柱：鉄筋コンクリート（床はスラブ）、場所により柱内にH鋼
 - パイプスペース扉（廊下側）：鉄

電磁界シミュレーション

- ▶ シミュレーションとは
 - コンピュータで電磁波が届く範囲を計算
- ▶ 目的
 - 電波が到達する範囲の確認と制御
 - 病室のベッドサイドでの通信速度
10Mbps確保
- ▶ 手順
 - 大まか＋精緻の2段階シミュレーション

医大の新病棟でやってみました

結果例(7階病棟:11a)



• このフロアでは12台の設置を推奨

シミュレーション結果に基づくAP台数

階	1	2	3	5	6	7	8	9	合計
推奨台数	5	8	14	12	11	12	13	12	68

▶ 注意点

- 病棟階は1フロアあたり11～13台を推奨
- 1階は半分程度が設置対象
- 2階はICUとHCUで仕切り壁が少ない
- 3階は手術室ごとに1台＋廊下等
- 8階、9階には廊下に仕切り扉あり

不正利用・情報漏えい対策(1)

▶ 接続制限

- MACアドレスフィルタリングによるアクセス制限
- Dynamic VLANを活用
 - ゾーン別SS-ID
 - “Any”等設定値以外は接続不許可
- ✓ 目的
 - 一般端末は同一フロアのみ接続可(異なる階では使えない)
 - チーム用端末(固定)は全館で使用可

不正利用・情報漏えい対策(2)

- ▶ 通信の暗号化
 - WPA2を使用
- ▶ 各フロアでは看護部が端末管理
 - 持出し対策
- ▶ HISでID＋パスワード管理
 - プライバシーマークの要請により60日に1度変更
- ▶ 通信のロギング
 - プライバシーマークの要請により1年分保存し、常に監査可能

無線LAN端末の利用目的(HIS)

▶ 主なベッドサイド業務

○ 患者確認

- バーコード入りリストバンド

○ 患者情報の登録

- ベッドサイド・デイルームでの聞き取りと入力

○ 輸血時のロット確認と実施入力

○ 点滴の内容確認と実施入力

○ 回診時の患者情報の参照・入力

○ 服薬指導

- PDA等の小型端末は予算的問題で不採用



病院での無線通信の活用 (HIS端末以外での活用)

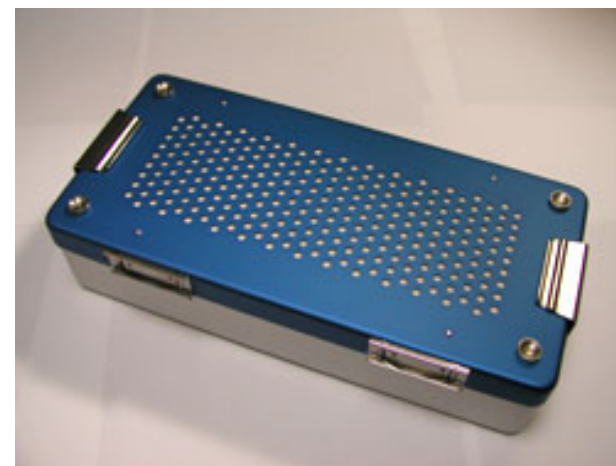
ICタグ付き鋼製小物(手術器具)

島根大学が大学病院として初採用

- 手術器具(鋼製小物)管理
 - 手術前後の自動カウント
 - 体内遺物残留の防止
 - ICタグ付き鋼製小物でカウントを省力化
 - 術式を分類しカテゴリ化
 - 鋼製小物のセット化
 - セット単位でコンテナ化し自動倉庫で管理
 - 予約術式に応じて取出し配達



ICタグ付鋼製小物



滅菌コンテナ

(タカセ医療器ホームページより)

無線通信機能付き放射線撮影装置

- ▶ 患者がベッド上にいるまま放射線画像を撮影
 - 車がついていて移動可能
 - デジタル画像
 - 単純撮影のみ
- ▶ 撮影済画像を無線LANを用いてPACSに送信
 - PACS (Picture Archive & Communication System)



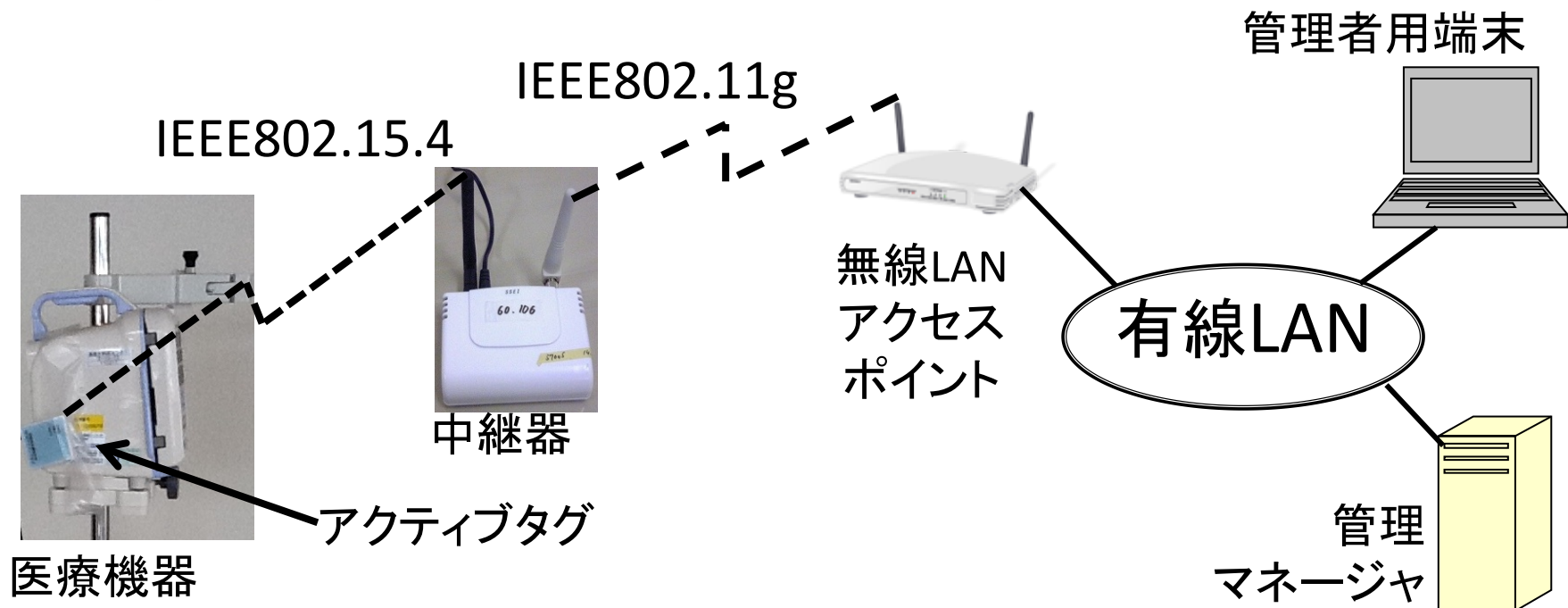
医大にもあります

HIS接続型VoIPナースコールシステム

- ▶ PHSから(無線)IP電話への変更
- ▶ 親機は既にコンピュータ化済
 - ナースコールシステムは既に音声通信向けのみならずHISの一部に
- ▶ VoIP化でナースコールは設備から備品に
 - 構内PHS交換機を含むため現在は設備扱い
 - IP通信はルータ等すべて備品扱い
 - 備品なら更新周期を短縮可能

展示会での参考出品あり

アクティブICタグを活用した 医療機器運用管理(開発済)



- 中継器IDでタグ位置を(おおまかに)把握
- タグは自IDと共にセンサ出力を送信
 - 医療機器の電源(ON/OFF)や稼働率

患者サービスとしての無線通信

- ▶ いくつかの実用例・開発例あり
 - 外来呼出システム：患者が外来待ち時間に移動を可能にする
 - 問診自己入力システム：患者が自ら情報入力し病院情報システムに取り込み
 - 入院患者による院外情報へのアクセス手段
 - 職員による患者に対する情報提示手段
 - 患者位置等の自動把握（ICタグ等の利用）

患者による院内での無線通信システムの利用

▶ 患者が利用する通信の分離

- 病院情報システムへのアクセス許可の可否により決定される
 - VLANを利用したとしても同一LAN内に病院保有患者情報が流れる
- 患者に開放する場合は情報漏えい対策が重要
 - 患者への情報開示ポリシーの策定も必要
- 大学間ネットワーク(SINET)は患者の利用不可
 - 利用目的が「教育・研究のみ」のため

病院から皆さんにご注意

- ▶ 病室では許可なく無線LANを使わないでください
 - 病院が使う無線LANと同じ周波数の場合、業務に支障します
- ▶ 病室でのパソコン・スマホ・携帯電話の利用は病院の基準に従ってください
 - 心電図などの検査機器は電磁波の影響を受けます
- ▶ 携帯などの充電のために病室のコンセントを使わないでください
 - ACアダプタが電源電圧を変化させます

病院で無線通信技術を活用する ために(まとめ)

無線データ通信活用のために

- ▶ 有効な導入目的の探索と効果の推定
 - 費用対効果、医療安全、人手不足対応等
- ▶ 安全性の確保
 - 電磁的安全性、個人情報保護
- ▶ 情報流通経路確保と情報保護の両立
 - 医療への無線LANの導入手順の確立
 - 無線LAN・移動体音声通信網の有効導入に向けた建築部材情報の活用

まとめ

- ▶ 医療現場への無線LAN導入が進行中
 - 情報の電子化との並行的進行が必須
 - 無秩序な導入は有効性を損なう
- ▶ 計画的な導入により費用対効果を高めることが必要
 - 手順を参考にした導入
 - 医療現場ではメンテナンスに困難が伴う
- ▶ 無線の安全な利用は医療の効率と安全を高める