

医療現場への無線 LAN 導入手順私案

○花田 英輔、*工藤 孝人

島根大学医学部附属病院 医療情報部

*大分大学工学部 電気電子工学科

1. 医療における無線 LAN 導入需要

無線 LAN を導入することは、発生源での情報入力と「いつでもどこでも」情報参照を可能にする。

日本の大規模病院では「チーム医療」が推進されている。1 人の患者に対し、医師を中心に複数職種のスタッフでチームが作られ、情報を共有しながら、治療におけるそれぞれの役割をそれぞれの場所で果たす。日本の大規模病院では病院情報システム、特に電子カルテの導入により、患者情報はコンピュータ（サーバ）に蓄積され、チーム構成員はそれぞれの職場で情報を参照することが多くなった。

即ち、患者情報共有を迅速かつ確実にする目的で、無線 LAN を病院内に導入する条件が整ったといえる。その需要は今後益々大きくなることは容易に想像できる。

実際に日本では無線 LAN を導入する医療機関が増えつつある。しかし無線 LAN が用いる電波(2.45GHz 帯、5.2GHz 帯)の到達範囲を正しく設定しなければ端末は接続できず、求める環境は構築できない。また、電波の傍受や不正アクセスなどセキュリティ面での不安解消が必要である。

日本では、病院での無線 LAN 使用に関する指針や手順は発表されていない。そこで医療機関への安全な無線 LAN 導入手順の標準を構築すべく、手順の私案を作成したので提示する。

2. 無線 LAN 使用の電磁的安全性

無線 LAN は電波を利用することから、携帯電話による電磁波障害の記憶が残る医療機関ではこれまで導入を躊躇することが多かった。

日本では、主に携帯電話の使用指針として不要協が発表した指針[1]が著名で

あるが、これは無線 LAN 規格が認められる前に発表されたものである。

総務省は 1996 年以降ほぼ毎年試験を行っている。総務省の試験では、電磁波発信源として携帯電話、無線 LAN、RF-ID タグ(電子タグ)等を用い、主に植込み型医療機器に対する影響について報告書を発表している[2]。最新の報告では無線 LAN の使用はほぼ問題ないとされている。これは、日本では電波法により出力が低く抑えられているためと考える。電波法に従えば、無線 LAN 機器の出力は概ね 200mW 未満である。

一方、我々は無線 LAN が使用する周波数の電波を用いて医療機器に照射する実験を行い、医療機器が停止する可能性が高い電波の出力範囲を確認した[3]。この結果は、電波出力が弱ければ安全性が高いことをも示している。

3. 電波到達範囲に影響する要素

病院に限らず、建物内での無線通信は建築を構成する壁等の材質(部材)の影響を受ける。例えば、金属製の壁が電波を反射することは周知であるが、壁や床の構造や目に見えない部分の材質が何であるか、建物利用者は知らない場合が多い。

花田の実験[4]では、厚さ 12cm のプレスコングリート(鉄筋が 75cm 程度の間隔を置いて埋め込まれたコンクリート壁)は 1.5GHz の電波に対し 2dB の遮へい能力しかなく、一方で厚さ 0.5mm の鉄板 2 枚で圧縮紙を挟んだパーティションは 39dB もの遮へい能力を持つことが示された。また、室内に置かれた金属製の什器(特にキャビネット)が電波を反射し、室内に定常波を発生させる可能性があることも明らかになった。

したがって、予めこれら部材や什器の

影響をできる限り考慮した上でアクセスポイント(AP)の位置を決めなければ、望む範囲に電波は到達しなかったり、ローミングの妨げとなって1つのAPに接続が集中したりするなど、通信上障害が起きる可能性がある。

建物を建築する際、通信ケーブル等の通信設備は建物が竣工する前に設置する場合と後に設置する場合がある。病院建築、特に病棟は、使用開始後に通信線を設置することは難しいため、建設途中で通信設備を構築することが多い。従って実際の環境が構築される前に AP の位置を定めることになる。これまでは設計者の知識と意図による位置決定が多かったようであるが、今後は電磁界伝播シミュレーション技術を駆使することにより、効率的・効果的な位置決定が可能になると期待される。

4. シミュレーション技法と適用例

電磁界伝播シミュレーション手法として Ray-tracing 法[5, 6]と FDTD 法[7]が知られる。いずれも有益であり専用ソフトウェアもあるが、計算に多大な時間を要する。特に FDTD 法は三次元解析を行うと、設定によってはスーパーコンピュータを用いても数日を要するほど膨大な計算量を必要することが知られている。

今回、我々は増築中の島根大学医学部附属病院(9 階建て)のほとんどのフロアに業務用無線 LAN を導入すべく、シミュレーションを実施した。基本設計段階では設計者が無線 LAN の 1 フロアあたり 6 台の AP でフロア全域をカバー可能と考えた、との情報を得ていた。

目標の通信速度をすべての病室のベッドサイドでノートパソコンを使用する際に 10Mbps 以上し、Ray-tracing 法を応用した Dominant Path model[8]でシミュレーションを実施した。この手法は反射方向を考慮して不要と考えられるパスを除外し、計算量を小さくできることが特徴である。

手順としては、大まかな部材情報を取り入れてシミュレーションを実施し、必要な AP の台数を算出した。その後、さらに具体的な部材情報を加えることで、より精緻な AP の位置を定めた。

その結果、1 フロアあたり 11 台～13 台の AP を設置しなければ、ベッドサイドでは十分な通信速度を得られないことがわかった。

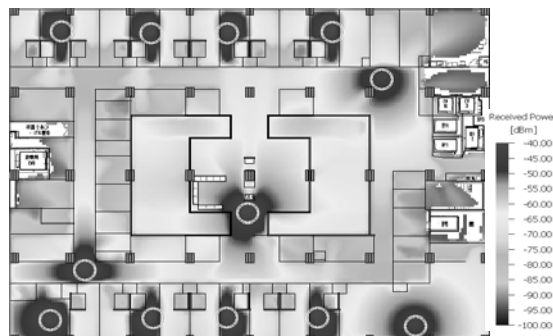


図 1 シミュレーション結果(新病棟 5 階)
○は推奨される AP の位置

5. 無線 LAN 導入手順私案

無線 LAN の導入までには、少なくとも基本設計と電波到達範囲の決定、そして AP の設置位置決定といった手順が必要と考える。

このうち基本設計では、まず無線 LAN 設備の使用目的や利用者、機能(通信すべきデータの種類と想定される量)を定めるべきである。これはセキュリティの設定内容に影響すると共に、必要な通信速度と使用規格にも影響する。その上で各種セキュリティ設定について決定しておくべきであろう。

セキュリティについては、主に傍受対策と不正アクセス対策としてのフィルタリングや認証技術の適用が考えられる。これらは厚生労働省が発表しているガイドライン[9]にも記載されている。また、通信の記録(ログ)を残せるようにすることも重要である。ただし使用者がスタッフの場合、業務上の負担が大きくなることも避ける必要がある。

次に電波が到達すべき範囲(即ち通信可能範囲)と必要な最低通信速度を定め、

その後に AP 設置位置を決定することになる。その際、電磁波伝播シミュレーションを用いることで正しい設計と設置が可能となると考える。医療現場は必ずしも電波が到達すべき場所ばかりではない。電磁遮へいを行って電波を届かせない工夫が必要な場合があることも忘れてはならない。

表 1 無線 LAN のあるべき導入手順

1. 基本設計
 - 無線LANユーザ
 - 例) スタッフ専用、患者使用の許可など
 - 無線LANでの通信データ
 - 例) 文字データのみ、動画像も利用可能など
 - 利用機能
 - 例) データ通信、VoIP、位置把握、これらの混合
 - セキュリティ設計
 - データセキュリティ;
 - 例) データの暗号化
 - アクセスセキュリティ;
 - 例) 不正アクセスの回避、あるいはIDとパスワードによる認証など
 - その他;
 - 例) 通信ログの管理、ファイヤウォール等による外部からの不正侵入対策
 - 無線LAN規格の選定
 - 例) IEEE 802.11シリーズ、IEEE 802.15シリーズ、Bluetooth、他
 - 製品仕様の設計
 - 例) 上記に基づくAP、ルータ、サーバの選定
2. 無線LANアクセス可能範囲の設計
 - 基本設計
 - 例) 特定の室内、フロア全体、建物全体など
 - 詳細設計*
 - 例) 什器、壁材料の調査とそれらを考慮に入れた設計
3. アクセス・ポイントの配置
 - 製品の決定
 - エリア単位での位置設計*
 - 例) 電磁界伝播シミュレーション、APロケーション計画ツール
 - 配線、およびAPへの電源のデザイン
4. 導入後の検証
 - アクセス・ポイントの保守
 - 例) 故障対策、出力の調整等
 - アクセス・ポイントの位置修正
 - 例) ドアや窓の追加、新たな什器の設置等
 - アクセス・ポイントの追加
 - 例) 新たに部屋を仕切った場合
 - セキュリティ対策の検証と追加
 - 例) ログの確認や事故報告に基づくセキュリティ対策

* 電磁界伝播シミュレーション実施が必要

なお、無線 LAN を導入した後も、什器の追加設置や移動、新たに部屋を仕切るなどの改築などにより、電波の到達範囲が変化することもある。選択した規格によっては院内の電磁波発信源による通信への干渉もあり得る。したがって、運用開始後の AP の追加設置や位置の変更には柔軟に対応しなくてはならない。

以上の手順をまとめると、表 1 のようになる。この手順は私案であり、今後多くの方々から意見をいただき、さらに検討を加えたい。

6. まとめ

本稿では医療機関における無線 LAN 導入の手順案を示すと共に、シミュレーション実施結果を示した。医療現場で安全安心に無線通信を利用するために、我々はシミュレーション技術を導入することで、無駄な追加工事無しに安定した通信が可能となると考えている。

島根大学医学部附属病院は平成 23 年春に竣工予定で新たな建物を建築しつつあり、今回示した手順に基づく無線 LAN 導入を行う。そこで、建物竣工の後に電波の強度を実測し、シミュレーション結果の妥当性を検証したい。

また今回、建物の構造的な設計者には電波環境が、通信設計者には建築部材の情報が、それぞれ伝わっていなかったことがわかった。今回提示した私案を元に導入手順を作成し、これを広く周知することで、意思疎通と技術的な背景の醸成を図り、医療現場に安全安心な無線通信環境が構築できるようにすることが我々の望みである。

謝辞

この研究の一部は島根大学医学部附属病院と京セラコミュニケーションシステム(株)の共同研究による。また一部は日本学術振興会科学研究費(基盤研究(B) No. 20390151)の補助を受けた。

参考文献

- [1] 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 8-13, 1997

- [2] 総務省総合通信基盤局電波部電波環境課
「電波の医療機器への影響に関する調査」
月刊 EMC No.214, 45-56, 2006
- [3] Hanada E., Hoshino Y., Kudou T. Safe introduction of in-hospital wireless LAN. Medinfo 2004, 2004
- [4] Hanada E., Watanabe Y., Antoku Y., et al. Hospital construction materials: Poor shielding capacity with respect to signals transmitted by mobile telephones. Biomedical Instrumentation & Technology Vol.35(4), 489-496, 1998
- [5] Ji Z., Li BH. Wang HX., et al. Efficient ray-tracing methods for propagation prediction for indoor wireless communications. IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION MAGAZINE 43(2), 41-49, 2001
- [6] Hoppe R., Wertz P., Landstorfer F. M., et al.: Advanced ray-optical wave propagation modeling for urban and indoor scenarios including wideband properties. European Transactions on Telecommunications 14(1), 61-69, 2003
- [7] Yee KS. Numerical Solution of Initial Boundary Value Problems Involving Maxwell's Equations in Isotropic Media. IEEE Transactions on Antenna Propagation 14(3), 302-307, 1966
- [8] Woelfle, G., Landstorfer, F.M. Dominant paths for the field strength prediction. 48th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC) 1998, 552-556, 1998
- [9] 厚生労働省 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第 4.1 版 43, 2010