

## 新旧無線 LAN の混在が起こす問題と病院 LAN

花田 英輔\*  
\*佐賀大学理工学部

### 1. 病院内における無線 LAN の環境整備

日本の病院の 90%が無線 LAN を導入するようになった [1]。その用途も、従来の病院情報システム(HIS)向けに加え、患者・来訪者向けや医療機器向けが加わっている。接続する医療機器は、可搬型放射線機器が最も多いが、超音波検査機器やポンプ類などが含まれる。

現状において、病院内における無線 LAN システムの運用上の問題点は、運用環境整備とセキュリティに分けることができる。さらに、運用環境整備は次の3つを含んでいる。

- 電波到達範囲
- 有線部分及びネットワーク機器との通信速度の整合性
- 複数規格の混在

いずれも設計時、設置時に十分な配慮が求められ、一定範囲で解決可能であるが、設置後の環境変化や機器の更新及び導入によって新たに発生する場合もある。

このうち電波到達範囲はアクセスポイント(AP)の位置と建築部材情報を収集し、電磁界伝搬シミュレーションを実施するなどにより、最適な初期設定と問題解決を図ることが可能である。

有線部分及び機器との整合性は、近年の無線 LAN 規格の進化によって顕在化した問題である。無線 LAN を用いる端末からサーバまでの経路は図1のようになっている。所望の通信速度を得られない場合、通信上のボトルネックがどこにあるかを検討しなければならない。

特に、近年は無線 LAN の通信速度が大きく向上しており、表1に示す通り、IEEE802.11be の最大通信速度(理論値)は

46Gbps であり、現在規格化されているす



図1 無線 LAN を含むネットワークの構造

べての LAN ケーブルの通信容量(表2)を超える。機器やシステムを更新するには十分な注意が必要である [2]。当然、スイッチやルータの性能にも注意を払う必要がある。

表1 IEEE802.11 シリーズ無線 LAN の規格

規格名	使用周波数帯	最大通信速度
IEEE802.11b	2.4GHz 帯	11Mbps
IEEE802.11g	2.4GHz 帯	54Mbps
IEEE802.11a	5GHz 帯	54Mbps
IEEE802.11n	2.4G 帯/5GHz 帯	300Mbps
IEEE802.11ac	5GHz 帯	6.9Gbps
IEEE802.11ax	2.4GHz/5GHz 帯	9.6Gbps
IEEE802.11ax (Wi-Fi 6E)	2.4GHz/5GHz/6GHz 帯	9.6Gbps
IEEE802.11be	2.4GHz/5GHz/6GHz 帯	46Gbps

表2 UTP ケーブルの規格と最大通信速度

カテゴリ名称	最大通信速度(理論値)
Category 5	100Mbps
Category 5e	1Gbps
Category 6	10Gbps
Category 6A	10Gbps
Category 7	10Gbps
Category 8	40Gbps

### 2. 無線 LAN 規格が混在することによる問題

複数規格の混在には、IEEE802.11 シリ

ーズと他の規格の混在と共に、IEEE 802.11 シリーズ内での複数規格の混在もあり得る。多くの IEEE802.11 シリーズと Bluetooth は 2.4GHz 帯を共有するが、Bluetooth の規格に既使用周波数帯を避けたチャンネルを使用する機能が存在するので、IEEE802.11 側の設定によりチャンネルが埋まらない限り混在は可能である。

これに対して、IEEE802.11 シリーズ内での複数規格の混在について考えた場合、業務用無線 LAN の使用目的に着目すると、接続される端末の種類には HIS 端末に加え医療機器が加わった。大学病院クラスの大規模病院の場合、HIS の更新は5～6年毎に行われ、ネットワーク機器の更新も10年程度で行われる。ネットワーク更新の際、無線 LAN 規格は発行(公式化)された最新のものを採用することになる。したがって、HIS 端末も導入時点のネットワーク規格に適合させることになる。

一方、医療機器の耐用年数は7～8年とされるが、実際には10年を超えて使用することも多い。このように長期に使用する場合、導入時の規格のまま運用することになる。医療機器が使用する無線 LAN を変更することは、機器の部品を製造当初と異なるものに交換することになるので、薬機法上の「改造」に当たる。すなわち、1つの無線 LAN の端末に複数規格が混在することが避けられない状況になる。

IEEE802.11 シリーズの無線 LAN 規格は数年ごとに新しいものが公表され、規格化されている。各規格は、使用する周波数帯や多重化方式が異なり、さらに追加的な技術を用いることで高速化を実現している。使用可能な技術を表3に示す。

表3 各規格における採用技術

規格名	11a/b/g	11n	11ac	11ax	11be
CB	無	2ch.	4/8ch.	4/8ch.	4/8/16ch.
MIMO	無	MIMO	MU-MIMO	8X8 MU-MIMO	16X16 MU-MIMO
カラーリング	無	無	無	有	有
MLO	無	無	無	無	有

CB: チャンネルボンディング、MLO: Multi-Link Operation

このうち「チャンネルボンディング」は2つ以上の隣接するチャンネルを1つとみなし(「束ねる」と表現)、1チャンネルの周波数幅を拓げることで情報伝達の効率を上げ、通信速度を向上させる技術である。この技術は IEEE802.11n 以降で導入されており、1つとみなすチャンネル数は最新の公式規格 IEEE802.11ax では8(周波数幅 160MHz)である。しかし、規格が混在している場合、最も低い規格に合わせなければならず、11g や 11a を用いる機器が接続されている場合、その機器はチャンネルボンディングに対応していないため、少なくとも当該機器が通信している間はチャンネルボンディングが使用できない。

また MIMO (Multi Input Multi Output) 技術は機器及び AP が共に複数のアンテナを持つ場合に、並行的に通信を行うことで通信が中断する時間を減らし、結果的に通信速度を向上させる技術である。これも IEEE802.11 n 以降で導入された。MIMO についても規格の進化とともに対応する本数が増え、空いたアンテナを用いることで通信速度を上げることが可能である。しかし、規格が混在している場合、これもまた最も低い規格に合わせなければならず、11g や 11a を用いる機器が接続されている場合、その機器は MIMO を使うことができない。

### 3. 無線 LAN の仕組みから見た速度低下の要因

IEEE802.11 シリーズの各規格は下位互換性を保証している。したがって、使用周波数帯が異なる場合を除き、規格が混在している場合でも、各機器のネットワークへの接続自体は可能である。

無線 LAN の規格が混在している状況で全体の通信速度が遅くなる要因について、ネットワークアーキテクチャの基本である7層モデルを用いて説明する。

データは物理層内ではビット列の形で流れている。物理層の通信はデータリン

ク層が管理する。データリンク層では機器が接続しているネットワークの使用状態を監視し、空き状態になった場合に送信する機能を持つ。無線 LAN では CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) が用いられている。これは、1つの搬送波においてデータの衝突を避けるための技術である。この動作は以下のとおりである。まず、他のデバイスが発信するデータとの衝突を回避するため、通信開始前に利用したい周波数帯(=電波)が利用されているかどうかを確認(Carrier Sense)し、他の端末による通信を検出した場合は一定時間待機する。利用可能であれば、AP との間で通信を開始する(図2)。

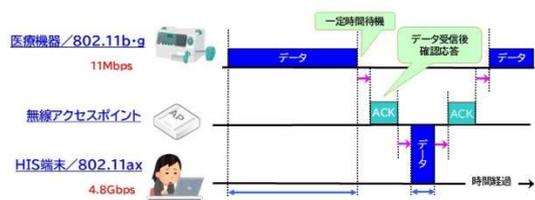


図2 CSMA/CAの動き[3]

通信開始時の際は、まず1ch(20MHz)で通信を行い、使用規格や使用可能な技術の情報を交換し、チャンネルボンディングやMIMOが使用可能かを判断、適用したうえで通信を始める。

以上のように、複数台が同時に1台のAPに接続している場合、ほとんどの機器に待ち時間が生じることになる。また通信している機器はそれぞれの規格で通信を行う。結果として、すべての機器の通信速度が総合的には低下することになる。

#### 4. 無線 LAN 規格混在への対策

規格が混在することでネットワーク全体の速度が落ちる現象は常に起きる可能性がある。このことは、可搬型放射線機器を含む医療機器を管理する部門が、これまで必要としてこなかった無線 LAN ネットワークに関する知識を持つ必要性をもたらすとともに、機器の調達及び管理方法にも影響する。

すなわち、少なくとも管理している医療機器が使用している無線 LAN 規格名の把握が必要である。しかし、これまでの調査で、特に医療機器においては使用している無線 LAN の規格を知ることが難しいことがわかっている。例えば添付文書には規格名の記載はなく、取扱説明書にも記載がない場合や、営業担当者にお問い合わせでもわからないなどの例が報告されている[4]。こういった状態のまま医療機器を新たに無線 LAN へ接続することは、HIS 端末等の通信速度に影響をもたらす可能性があるため、避けるべきである。

対策としては、まず各部門が保有するそれぞれの医療機器について無線 LAN 使用可否を明らかにし、可能な場合は使用している規格名をも明らかにして、ネットワーク管理者と情報を共有する必要がある。

ただし、同一機種であっても製造年によって使用している規格が異なる例もあるようなので、製造年にも注意が必要である。

さらに、新たに調達する機器が無線 LAN を使用可能とするのであれば、仕様書の内容として、院内 LAN で使用中の無線 LAN 規格名を明記することが必要と考えられる。

これらの管理を行う上で問題になるのがネットワーク管理と医療機器管理が異なる部署で行われていることが多い点である。大学病院規模の場合、医療機器を集中管理しているものの、調達自体は部署ごとに行われる可能性もある。電波監理という観点から、組織横断的な管理が望まれる。

#### 5. まとめ

今回は無線 LAN 規格が混在する場合の問題点と対策について述べた。病院での無線 LAN の活用は、HIS 端末のみが目的であった時代が終わり、医療機器のみならず IoT 機器(センサ等)を活用する基

盤としても利用されようとしている。この基盤は適切な設計と導入、さらに不断の管理によって初めて所期の性能を果たす。

通信を行う機器を持つ部門が横断的に管理組織を構築し、情報を共有することで、よりよい環境をもたらすことを願う。

### 参考文献

- [1] 電波環境協議会 2022 年度医療機関における適正な電波利用推進に関する調査の結果 [ 病院 ] [https://www.emcc-info.net/medical\\_emc/pdf/23\\_220\\_R4\\_questionnaire\\_hstl\\_v0713.pdf](https://www.emcc-info.net/medical_emc/pdf/23_220_R4_questionnaire_hstl_v0713.pdf)
- [2] 花田英輔、工藤孝人 医療現場における無線 LAN 活用上の今後の課題と対策 第 42 回医療情報学連合大会 2-H-07, pp. 573-576, 2022
- [3] 福田香奈絵 医療機器のネットワーク接続における注意点と運用管理 第 53 回日本医療福祉設備学会シンポジウム 6, 2024
- [4] 花田英輔、工藤 孝人 医療機器が使用する無線 LAN 規格 - Web を用いた簡易調査 -. 第 44 回医療情報学連合大会 4-G-5-03, pp. 1135-1137, 2024