

携帯電話機能抑止装置の影響に関する研究 —医療機器・無線 LAN での検討—

○石田 開、*松岡美樹、**松川智彦、廣瀬 稔、池田憲昭
北里大学大学院 医療系研究科、*東海大学医学部附属病院 臨床工学技術科、
**株式会社セントラルユニ CPS プロジェクト メディカルデバイスチーム

1. はじめに

近年、第 2 世代携帯電話の利用者の減少、医療機器の電磁両立性の向上から、医療機関では、患者・家族の QOL(Quality of Life)向上を目的とし、外来待合室や一般病棟などに限定して、携帯電話の院内使用を一部解禁する傾向にある [1][2]。しかし、医療機器の稼働が多い、集中治療室や新生児室などでは、携帯電話の電源 OFF が求められているが、切り忘れも多く、携帯電話の通信機能を抑止する装置(以下、抑止装置)を導入する施設がある。

抑止装置の原理は機種により多少の差異はあるが、携帯電話が受信する基地局電波と同一の周波数の干渉波を発生することで、意図的に干渉を与え、端末側が復調を阻害され、通信不能となることを原理としている [3]。

現在、抑止装置は医療機関以外にもコンサートホールや劇場、銀行の ATM など、無線局または実験局として導入されている。

医療機関で導入されている一部の抑止装置については、院内 PHS やテレメータなどの既存の院内通信システムには影響せず、また、医療機器に対しても影響がないことが報告されている [4]。しかし、なかにはインターネットや通信販売で簡単に購入できるものもあり、それらが医療機器や携帯電話以外の通信システムに与える影響に関しては報告されていない。本研究では、一般購入可能な抑止装置が医療機器及び無線 LAN に与える影響を調査することを目的とした。

2. 方法

1) 使用した抑止装置

使用した抑止装置は 4 種で、据置型 1 種、小型 3 種(a,b,c)である。いずれも第 2、第 3 世代の各通信事業者の周波数帯に対応した抑止電波を発生することができ、800-900MHz、1.8-1.9GHz、2.1GHz 帯にピークを持つ。図 1 にスペクトラムアナライザで測定した据置型抑止装置の出力周波数特性を示す。

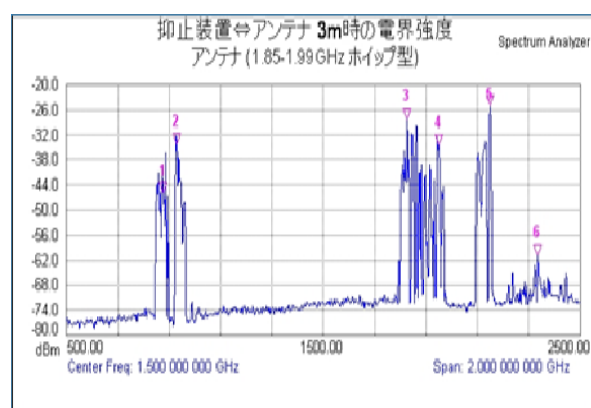


図 1 据置型抑止装置の周波数特性

2) 医療機器への影響

対象医療機器は、人工呼吸器 2 種、シリンジポンプ 2 種、輸液ポンプ、パルスオキシメータ、医用テレメータ、除細動器、体外式ペースメーカー、埋込型ペースメーカー(Irnich のモデルを使用)とした。実験は最大出力で動作させた抑止装置を、医療機器に接する位置から遠ざける方法で影響を観察した。影響があった場合は機器を遠ざけ、障害が消失した距離を最大干渉距離とした。

3)無線 LAN への影響

表 1 及び表 2 に使用したコンピュータ及び無線 LAN ルータを示す。実験は他の機器からの電波干渉を避けるため、休日夜間帯に北里大学相模原キャンパス A3 号館内で行った。

表 1 使用した PC 及びアダプタ

OS	Windows Vista (32bit)
LAN アダプタ	①IEEE802.11n 対応 PC 内蔵アダプタ ②USB 型 IEEE802.11n 対応アダプタ

表 2 使用した無線 LAN ルータ

	ルータ A (A 社)	ルータ B (A 社)	ルータ C (B 社)	
規格	IEEE802.11g/b	IEEE802.11n/g	IEEE802.11n/g	IEEE802.11a/n
周波数	ch1	ch1	ch1	ch36
	2.412GHz	2.412GHz	2.412GHz	5.18GHz
年式	2003	2009	2009	

※チャンネル間隔はすべて 20MHz とした

① ルータへの影響

PC に内蔵の無線 LAN アダプタを用いて、ノート PC とルータの無線接続が完了した状態で、ルータに最大出力で作動させた抑止装置を接する位置から遠ざける方法で無線接続の状態を観察した。無線接続に障害が発生した場合には抑止装置を離していき、再び接続が可能となった距離を最大干渉距離とした。

② アダプタへの影響

ノート PC とルータ B が無線接続完了した状態で、ノート PC に対して最大出力の抑止装置を接して影響を観察した。影響があった場合には、抑止装置を遠ざけていき、接続が可能とな

った距離を最大干渉距離とした。なお、アダプタは PC 内蔵のものと、USB タイプの 2 種類を使用した。

3. 結果

1)医療機器への影響結果 (表 3)

シリンジポンプ 1 機種で、最大干渉距離 24cm で閉塞アラームが鳴り動作が停止する影響が確認された。パルスオキシメータでは、最大干渉距離 5cm でスピーカに雑音が混入したが、抑止装置を遠ざけると消失する可逆的な影響であった。その他の医療機器及び小型抑止装置 3 種では影響は無かった。

表 3 据置型抑止装置での影響結果

機器名	影響	最大干渉距離
シリンジポンプ A	閉塞アラーム	24cm
パルスオキシメータ	雑音混入	5cm
人工呼吸器 A	なし	—
人工呼吸器 B	なし	—
シリンジポンプ B	なし	—
輸液ポンプ	なし	—
除細動器	なし	—
医用テレメータ	なし	—
体外式ペースメーカ	なし	—
埋込型ペースメーカ	なし	—

2)無線 LAN ルータへの影響結果 (表 4)

据置型の抑止装置では、ルータ A で 6.3m、ルータ B で 1.4m、ルータ C の 11n/g で 67cm、同 11a/n で 0cm の距離で接続不可能となった。小型の抑止装置 a では、ルータ A で 81cm、ルータ B で 3cm、ルータ C の 11n/g で 3cm の距離で接続が不能となった。小型抑止装置 b では、ルータ A で 1cm、ルータ B で 4cm の距離で接続が不可能となった。小型抑止装置 c ではすべ

表 4 無線 LAN ルータへの影響結果

ルータ A		ルータ B		ルータ C		ルータ C	
11g/b		11n/g		11n/g		11a/n	
据置型	6.3m	据置型	1.4m	据置型	67cm	据置型	0cm
小型 a	81cm	小型 a	3cm	小型 a	3cm	小型 a	—
小型 b	1cm	小型 b	4cm	小型 b	—	小型 b	—
小型 c	—	小型 c	—	小型 c	—	小型 c	—

表 5 無線 LAN アダプタへの影響結果

内蔵アダプタ		USB アダプタ	
据置型	0cm	据置型	83cm
小型 a	—	小型 a	9cm
小型 b	—	小型 b	—
小型 c	—	小型 c	—

てのルータで影響はなかった。なお、影響のあったすべてのルータは抑止装置を停止させると、しばらくして正常に稼働したため影響は可逆的であった。

3)無線 LAN アダプタへの影響結果 (表 5)

据置型抑止装置では、PC 内蔵のアダプタで 0cm、USB アダプタで 83cm の距離で無線接続が不可能となった。小型抑止装置 1 機種では USB アダプタが 9cm の距離で接続不可能となった。それ以外の抑止装置では影響は見られなかった。また、抑止装置を停止させると、PC がアクセスポイントを自動的に認識して正常に無線接続が可能となったため、影響はすべて可逆的であった。

4. 考察

1)医療機器への影響について

①障害のカテゴリー分類

総務省調査報告書による医療機器への障害の程度を 1~10 のカテゴリーに分類し、カテゴリー 3 以上を診療上無視できない影響としている。

シリンジポンプでは閉塞アラームの発生と共に、安全機構が働いたため、機器を操作しない限り事象が改善されない状態のため、カテゴリー 4 の誤診療状態となる障害とした。

パルスオキシメータでは、スピーカに雑音

混入するも本来の診療目的は維持されており、抑止装置を停止すると、当該事象は消失する可逆的な影響である。よって、カテゴリー 2 の診療擾乱状態となる障害とした。

③ 影響に関する考察

実験で使用したシリンジポンプでは、圧電素子を利用した閉塞圧センサが搭載されており、センサへの電磁場による影響が生じたと考えられる。当該機種では過去にも UHF 帯の RFID リーダライタからの電磁波により、同じ影響が確認されているため[5]、今回も同事象が発生したと考えられる。

パルスオキシメータの雑音混入は、スピーカ部分のシールド不足により、抑止装置から発生した電波の電磁誘導によりスピーカに雑音が混入したと考えられた。

2)無線 LAN への影響について

今回の実験では、電波の反射・回折の影響もあるが、据置型抑止装置からの電波でルータ A(IEEE802.11g) では 6.3m、ルータ B(IEEE802.11n)では 1.4m と比較的長い干渉距離で影響が出た。小型の抑止装置からもルータ A(IEEE802.11g)に 81cm、ルータ C(IEEE802.11n)で 90cm の距離で影響が出た。

通信方式による違いでは、IEEE802.11n/g は、IEEE802.11g/b に比べて干渉距離が短く、抑止

装置からの影響に強いと考えられる。IEEE802.11n では従来の OFDM(直行周波数分割多重方式)に加えて、MIMO(multiple-input and multiple-output)技術を用いており、通信品質が向上しているため、抑止装置からの影響を受けにくいのではないかと考えられる。

5GHz 帯の周波数を利用した IEEE802.11a/n では、主として UHF 帯の妨害電波を出す抑止装置からの干渉をほとんど受けなかったため、影響を受けにくい方式であると考えられる。

通信アダプタの違いによる影響では、PC 内蔵アダプタではほとんど干渉がなかったが、外付け USB タイプのアダプタでは、アンテナが外部に近いため最大で 83cm と比較的干渉距離が大きかった。

近年、医療現場においては、ノート PC や携帯情報端末を用いたベッドサイドでの患者のカルテ記録や、IC タグを利用した医療機器の管理などが普及している。これらは無線 LAN の通信機能(Wi-Fi)を用いていることが多く、使用するルータの機種や接続方式によっては、抑止装置の影響が診療補助に影響を及ぼす可能性があると考えられる。

3) まとめ及び抑止装置に関する検討

研究結果より、医療機器への影響は干渉距離 24cm と短く、大きな影響ではないと考える。しかし、無線 LAN への影響では最大干渉距離が大きく出たものもあり、特定の抑止装置の使用、持ち込みにより診療行為に影響を及ぼす可能性が示唆された。

今回使用した抑止装置では、詳しい検討は行っていないが、医療機器、無線 LAN 以外にも北里大学病院及び北里大学東病院で使用している院内 PHS に対しても、通信不能となる影響を及ぼした。

このようなことから、医療機関で抑止装置

を導入する際には、医療機器は当然のこと、無線 LAN や院内 PHS などの院内通信システムに影響を及ぼさず、無線局または実験局として許可された抑止装置であることが望ましいと考えられる。

また、抑止装置の持ち込み(持ち込まれ)に対しては、無線 LAN に関しては、IEEE802.11a の使用でほとんど影響を受けることがないと考えられる。

5. 結語

市販の携帯電話機能抑止装置から発生する電磁波で、10 機種中 2 種の医療機器に影響が起ることが確認された。また、無線 LAN では最大 6.3m の距離で無線 LAN ルータに干渉し、接続が抑止されることが確認された。

参考文献

- [1]日本生体医工学会専門別研究会医療電磁環境研究会 「携帯電話の院内使用に関する手引書」、2006.
- [2]花田英輔, 工藤孝人, 高杉紳一郎, ほか: 医療機関における携帯電話使用の解禁手順と手法. 医療情報学, 第 25 巻 4 号:239-247, 2005.
- [3]河本浩樹: 携帯電話の病院内使用に向けた携帯電話機能抑止装置の導入. Clinical Engineering, 第 16 巻 8 号: 845-850, 2005.
- [4]古幡博, 中山尚人, 仁田坂謙一, ほか: 携帯電話機能抑止装置の院内利用について. 日本 ME 学会秋季大会論文集, 第 18 巻:170, 2004.
- [5]松川智彦, 廣瀬稔, 池田憲昭, ほか: UHF 帯 RFID による医療機器への影響に関する研究. 病院設備, 第 51 巻 2 号: 237-239, 2009.