

在宅医療・介護における電磁環境

花田英輔

島根大学医学部附属病院 医療情報部

1. はじめに

近年、電源を用いる機器が医療機関において大量に使用されるようになった。しかし、医師・看護師の養成課程には医療機器の使用環境としての電気や電磁界に関する講義はまったく無い。

在宅医療や介護においても医療機器の使用は進んでいる。在宅医療では患者本人や家族が医療機器を、介護では家族やヘルパー、訪問看護師等が介護機器を操作すると考えられるが、医療機関以上に電気設備が貧弱であり、使い方の知識が不足している可能性は高い。

一般家庭は医療機関の電気設備に関するJIS規格(T 1022)の対象外であることから、特に電源に関する問題は重要視されるべきと考える。ここでは、電源、放射電磁界、静磁界を中心に、医療機関外の電磁環境について論じる。

2. 在宅医療・介護における電磁環境

2-1 医療・介護機器と電磁環境

医療機器は各種の法規・規格に従って製造されなければならない。即ち、定格範囲内の電圧で正常動作しなければならない。また使用する空間の電界が3V/mもしくは10V/mに達しない強さであれば、やはり正常動作しなければならない。さらにフェイルセーフ機能を持つはずである。これに対し家庭の電磁環境はどうであろうか。

(1) 放射電磁界

放射電磁界に関しては、一般家庭も医療機関もほぼ同じ条件と考えてよい。電磁波の発生源は実に様々だが、大別すると、外部から家庭内に入り込むものと、家庭内で発生するものに分かれる。距離減衰を考慮すると、侵入電磁波によって問題を生じる電界強度となることは考えにくい。高層住宅や鉄道沿線、空港の

近隣などで稀に有り得るので注意は必要である[1]。むしろ、家庭内で発生する電磁界の方が問題となる。例えば動作中の医療機器のごく近くでの携帯電話使用(メール発着信を含む)は避けるべきである。また室内もしくは隣接区域に設置された空調設備機器やエレベータ制御機器等が発する電磁波によって、室内の電界強度がどの程度となるかを予め知っておくことが必要になる。

しかし、放射電磁界を正確に測ることは難しい。電磁界は時間変化する場合も多く、また周波数分布を知る必要がある。問題があると思われる場合に初めて測定することになると考えられる。比較的安価で簡易な測定器はほとんどの場合周波数特性が明らかでないため、目安程度に用いることが望ましい。

(2) 静磁界(直流磁場)

木造住宅ではほぼ問題はないが、鉄骨構造建築で鉄骨や溶接された床板に磁場が生じていることがある[2]。ほとんどの場合医療機器等に影響を与えることはないが、方位磁石等を用いることで静磁場があるかどうかは判断できる。

(3) 電源変動(ノイズ)

電源に関しては、一般家庭と医療機関で環境が大きく異なる。すなわち、医療機関ではJIS規格によって供給電源と接地について規格が定められており、また薬事法によって医療機器の使用環境を整える義務がある。一方、一般家庭には、非常用電源が設備されていない場合や、医療機器が掃除機や電子レンジなどと同じ系統の電源で使用される可能性がある。電動機や大電流、インバータを内蔵した機器が使用された場合、電圧が変動する可能性は高い。したがって、家庭内でも、医療機器には他の系統と異なる電源を用

意すべきである。しかし、系統を分けたとしても混ぜて使っては意味が無いので、コンセントに使用目的を明示することが望ましい。必要な電流量も十分に吟味する必要もある。

また、無停電電源装置（UPS）が安価となって普及しつつある。医療機器が内蔵している場合もある。しかし一部のUPSでは二次側出力の電圧が一定でない。またUPSの停電発生時の切替動作には複数種類あり、瞬間的には電圧0になる可能性がある。医療機器の瞬間的な電圧低下（ディップ）への耐性は様々であり、バッテリーを持たない機器では停止のみならず設定値消去の可能性もある[3]。特に重篤な患者の在宅医療においては医療機器向けUPSを非常用電源として使用することが望ましい。

JIS T 1022は接地についても定めている。一般家庭であっても接地端子付きコンセント（「3Pコンセント」）を導入し、正しい接地を設けることで電磁環境がもたらす影響を最小限に抑えることが望ましい。医療機器に限らないが、アダプタを用いて接地端子を浮かせ、接地端子無しコンセント（「2Pコンセント」）に接続している場合（図1）を見かける。少なくとも医療機器の使用環境としては不適切である。

2-2 医療機器・介護機器が出す電磁ノイズ

マイクロ波治療器などを除き、医療機器から発せられる電磁ノイズが大きな問題の要因となることはほとんど無い。しかし介護や重篤患者向けに用いられる電動ベッドやクレーン型移動機器、階段昇降機などの機器は強力なモーターを内蔵している場合がある。モーターを動作させると、その構造によっては電磁ノイズを放射することがあり、同時に電源の一次側に対してノイズを重畳させる。放射電磁ノイズはモニタ機器に対するノイズとなる可能性があり、電源ノイズは他の機器への供給電源にとっては電圧変動と

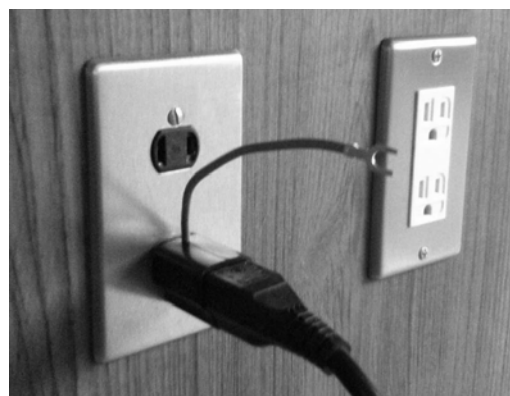


図1 コンセントの種類と誤った接続方法
（左：アダプタを使用して2Pコンセントに接続した例 右：3Pコンセント）

なる。また、介護機器等もIT化が進みつつあり、インバータを持つ機器（ACアダプタ等を含む）も増えている。これらの機器も電源の一次側に向けてノイズを重畳させる場合がある。電源に関しては、前述の通り供給電源系統を分けること等で影響を防ぐことができる。

また近年無線LANが普及し、モニタ等に通信機能を持たせる場合も見受けられる。しかし例えば無線LANの中で普及率が高いIEEE802.11bもしくはgで使用する電波の周波数の一部は電子レンジから漏れる電磁ノイズの周波数と重なる[4]。近隣で使用している無線LANとのチャネル重複も含め、屋内で発せられる電波については注意が必要である。

2-3 生活環境における植込み型医療機器への電磁的影響

植込み型の医療機器の発達は著しい。心臓ペースメーカーだけでなくマイクロポンプや放射線源などの植込み型医療機器も実用化されている。これらの医療機器を体内に持つ患者は「在宅医療」の範疇から外れる場合もあるが、電磁環境による影響については早くから関心を集めているので触れることにする。

これらの機器を体内に持つ患者にとっては街中のすべての場所で電磁環境に注意を要する。携帯電話が心臓ペースメーカーに影響を与えることはよく知られているが、実際に携帯電話からの放射電磁

界によってペースメーカーが停止したという事例は無い。しかし総務省の調査結果[5]にあるとおり、ペースメーカーに極めて近い位置（例えば15cm以内）で携帯電話を使用した場合や、CD ショップや図書館に見られる電子タグを用いた検知装置（いわゆる「万引き防止装置」）周辺においては、心臓の動きを助けるパルスの同期が取れなくなったり、不必要な電気ショックが発生したりする恐れがある。体外式のペースメーカーやマイクロポンプを常時携帯している患者も同じように注意が必要である。

3. まとめ

「在宅医療」の環境づくりは遅れている。特に高度な医療機器を用いる在宅医療と、多くの動力機械を用いると考えられる介護にとって、機器・機械を動かすべき動力源としての電力供給と接地を含む電磁環境の整備はこれからといってもよい状態にある。機器の操作が正しくても動作環境の未整備によって機器が停止することがあってはならない。それを防ぐためにも、少なくとも在宅医療に関しては電源電圧の変動や強い放射電磁界の有無、非常用電源設備についてある程度の規格や整備指針の制定が望まれる。

なおここでは詳しく触れなかったが、サージ（雷・静電気）も問題となる恐れが高い。静電気が医療機器に直接もたらす影響は少ないが、誘導雷による機器の損傷は防がなくてはならない。正しい接地を行うだけでなく「サージ対策製品」

を活用して医療機器を障害から守ることをお勧めする。

謝辞

本発表の一部は日本学術振興会科学研究費（基盤研究(B) No.17390152）の補助を受けた。

参考文献

- [1] 花田英輔、児玉謙次、高野香子、渡辺義明、野瀬善明 病院外部より侵入する電磁波による医用電子機器の障害発生の可能性 第21回医療情報学連合大会 2-D-2-1, 2001
- [2] Hanada E., Takano K., Mishima H., Kodama K., Antoku Y., Watanabe Y., Nose Y. Possibility of electromagnetic interference with electronic medical equipment by residual magnetization in a building with a steel structure. IEEE EMC Society Newsletter, Issue No. 189, 15-19, Spring 2001
- [3] 高野香子、花田英輔 電圧ディップによる医用電気機器の作動停止及び誤作動の検証と対策 第44回生体医工学会大会, PJ1-9-11, 348, 2005
- [4] Hanada E., Hoshino Y., Oyama H., Watanabe Y., Nose Y. Negligible electromagnetic interaction between medical electronic equipment and 2.4 GHz band wireless LAN. Journal of Medical Systems Vol.26 (4), 301-308, 2002
- [5] 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