

病院内の電磁環境測定：電源および接地について

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

近年の医療は電源無しでは遂行が不可能である。ほぼすべての医療機器が電気で駆動されるためである。電気製品は、正しい供給電源と共に正しい接地が取られた環境で使用することで安全で正しい動作が保証される。

ここでは、医療機器動作環境のうち供給電源と接地についての考え方と確認方法について述べる。

2. 電源と接地計測の必要性

医療機器の動作環境として極めて重要な供給電源と接地であるが、残念ながら医療機器の使用者は設置済みの電源および接地を使うことが多い。結果として、医療機器を含む電気製品の動作環境が整っていない場合がある。これは医療機器管理者にとっても同じであり、新築もしくは改修を行う場合でも、医療機器管理者がその設計及び施工について意見を言える環境が提供されることはほとんどない。

供給電源の電圧が変動もしくは不足することで、医療機器は正常な動作をしない可能性がある。電圧降下が瞬間的であっても医療機器は停止する可能性がある[1]。また無停電電源を置いた場合でも、電圧変動によって正常に充電されず、停電時に期待される動作をしない場合がある。

一方、接地の抵抗値が高いか断線している場合（接地不良）には、検査機器の計測値が正しくなくなるなど、医療に影響を及ぼす誤動作の要因となる可能性がある。接地の不良はマイクロショックなど患者への影響を及ぼす可能性さえある。また接地状態が不良な電

源や接続された医療機器から電磁界が放射されたり、周辺電磁界の影響を受けたりすることもあり得る[2]。

3. 供給電源と接地に関する法規

我が国における一般商用電源は 100V 単相交流であり、その周波数は東日本では 50Hz、西日本では 60Hz である。このうち電圧は電気事業法第 26 条に基づく経済産業省令である電気事業法施行規則の第 44 条で標準電圧 100V に対して「百一ボルトの上下六ボルトを超えない値」とされ、周波数については「その者(電気供給者)が供給する電気の標準周波数に等しい値」とされている。

また医療機関においては、電力会社から供給される電源を直接用いるのみならず、自家発電装置や、高圧電源を直接引き込んで利用する電圧に調整する仕組み(高圧自家用受電設備あるいは特別高圧自家用受電設備)を持つ場合がある。これらは一般には自家用電気工作物といい、電気事業法により定義される。自家用電気工作物には年 1 回以上の点検の義務があり、その際は一時的に送電を止める必要が生じる。

一方、接地は、電気設備に関しては電気設備に関する技術基準を定める省令第 10 条により義務付けられている。電気製品については、総合的には民間規格である内線規程によって定められ、その具体的な内容である抵抗値や接地線の径等は「電気用品の技術基準の解説」に掲載されている。なお、医療機関の電源コンセントへの接地端子取付は前述の内線規程の改正により義務化された。

医療機関に特化したものとしては、プラグ(電気差込器)については JIS T1021 が、非常電源設備および接地については JIS T1022 が定められている。ただし JIS が定める非常電源は、機器種別ではなく部屋の用途によって設置が義務であるか必要時であるかが規定されているので、注意が必要である。

4. 計測の実施例

法規により点検が義務付けられている場合を含め、実際の宅内配線を経由しての電源供給状態を末端で観察した場合は、配線およびかかる負荷の状況によって質に大きな差が生じる。ここでの質とは、本来の周波数及び電圧による正弦波で供給されるべき電圧曲線の歪み具合を言い、現象としては電圧の変動、位相のずれといった事象となる。これらの発生要因は様々である(表 1 参照)。

表 1 電圧変動の要因例

1. 電源供給上の原因
 - 変電所への落雷
 - 配電経路の変更
2. 設備上の原因
 - 動力線による電灯線への電磁誘導
 - 接地不良
3. 使用上の原因
 - 電源コンセントの選択間違い
 - 負荷への無関心 (タコ足配線)

これらの事象発生のすべてを把握することは難しい。しかし、電圧降下に伴う医療機器の誤作動と共に、雷撃や送電系統切替時に起き得る位相ずれが引き起こす電圧上昇による機器破壊や発火による火災といった事態につながる事もあり得る。送電側設備のみならず、各現場においても計測を行うことが必要である。

供給電源の質について計測を行う場合、記録装置を持つ電流電圧計を用いることが必要である。できれば 24 時間

継続して記録するか、予め設定した事象を感知した際に記録を取る機能を持った機器を用いることが望ましい。

島根大学医学部附属病院において数年前に実施した測定では、ある部門で周期的な電圧降下が測定された(図 1 参照)。電圧降下は瞬間的かつ降下幅が小さかったため、医療機器の動作に対する影響は見られなかった。調査を行ったものの、原因特定には至らなかった。

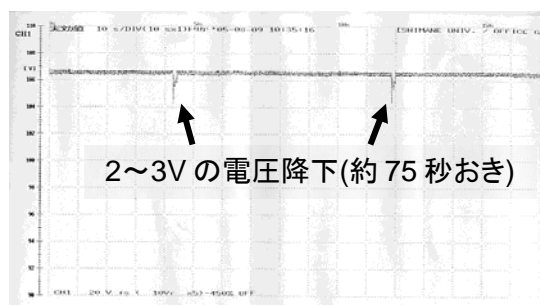


図 1 島根大学病院の旧 ICU で観測された電圧降下

一方、接地についての測定は、接地自体の質の調査と、コンセントにおける調査に分けることになる。前者は大地抵抗を測るための特殊な機器を用いることから、専門業者に依頼することが必要である。後者は、先に述べたように接地不良による電磁界の放射の有無を検知すればよい。例えば図 2 に示すような、対応する周波数の電磁波を簡易的に測定できる機器を用いることで、比較的簡単に接地の状態を検査することが可能である。



図 2 簡易電磁界測定装置
(左:表示画面、右:使用方法)

いずれの場合も、可能であれば回路に負荷がかかっていない状態での測定が望ましい。ただし電圧変動については、変動の要因が負荷側にある事もある。そこで要因を特定することが目的である場合には、対象となる負荷(機器)を使用状態として測定することも考えられる。

5. 計測における注意事項

電源および接地について調査を行う際は、まず電気配線に関する次のような事柄を調べておくべきである。

- 電源設備からの配線システムの概要(電灯線と動力線の関係も)
- 分電盤位置とそこからの分岐状態
- 各コンセントからの接地配線
- 接地センターの有無と接続状況
- (必要があれば)建物全体の接地点

これらを確認しておくことで、調査後の対応が容易となる。

電源については、分電盤までを三線で配線し、分電盤以降の各コンセントまでの配線を位相別に分離している場合もある。また電源を増設した機関では、分電盤からの回路分岐の増設ではなく、受送電設備を増設し、全く別系統の電源としている場合もあるので注意が必要である。

なお医療機器等の動作不具合に基づく計測の要請があった場合は、当該機器の定格電圧についても調べておくべきである。日本では輸入された機器を用いる場合に 110V 定格のまま使用している事があり、その場合、日本の供給標準電圧の許容範囲の下限である 95V では動作が保証されないこととなるためである。

6. まとめ

ここでは、現代医療にとって不可欠な電源設備の調査方法と注意点をまとめた。

安定した電源の供給は医療機器のみならずネットワーク及び病院情報システム端末の安定した動作にとって不可欠である。また正しい接地は特に生理機能検査を行う機器の動作を保証し、また患者安全にも寄与する。

より良い医療電磁環境の構築と維持は今後ますます重要となることから、本校を参考にされることを望む。

参考文献

- [1] Hanada E., Itoga S., Takano K., Kudou T. Investigations of the Quality of Hospital Electric Power Supply and the Tolerance of Medical Electric Devices to Voltage Dips. Journal of Medical Systems Vol.31(3) pp.219-223, 2007
- [2] Hanada E., Nakakuni H., Kudou T., Kano T. Electric field intensity emitted from medical devices and its potential electromotive force according to the quality of grounding. IEEE EMC Society Newsletter, Issue No. 222, pp.48-53, Summer 2009