

## 手術室における新たな電磁干渉

○石田 開<sup>1,2)</sup>, 有江 授<sup>1,2)</sup>, 花田英輔<sup>3)</sup>, 廣瀬 稔<sup>2)</sup>

- 1) 情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁環境研究室
- 2) 北里大学大学院 医療系研究科 医療安全工学
- 3) 佐賀大学大学院 工学系研究科 知能情報システム学専攻

### 1. はじめに

手術室における電磁環境の問題には、電気メスによる電磁干渉、医用接地の不具合(漏れ電流)、大電力機器(X線装置・MRIなど)の使用による電圧降下などが、古くから議論されている[1]。医療機器に対しての影響の観点では、昨今ではイミュニティ性能が向上していることもあり、いわゆる「電波による影響(誤動作)」は一般に減少しつつある。

一方、近年の手術室では医療機器以外にも、情報通信機器や設備機器などが数多く用いられるようになってきた。特にIoT化の恩恵を受けたこともあり、コンピュータや無線通信の積極的な利用は広く進みつつある。しかし、近年の電子機器の多くはスイッチング電源を搭載した機器(コンピュータや照明器具、また医療機器自体も)であり、新たな雑音源であるとも言える。さらに、RFIDをはじめとする電波(無線)を利用した診療補助機器の導入も増加している。これらの機器は、新たな雑音源になると同時に、医療機器を含む既存の機器や設備からの干渉を受ける対象とも成り得る。

ここでは、手術室における新たな電磁干渉の問題について述べる。

### 2. LED 無影灯による電磁干渉

無影灯は手術室に欠かすことのできない医療機器であり、昨今ではLED式が主流となりつつある。しかし、LEDは駆動にスイッチング電源を用いることから、高周波雑音の発生が懸念される[2]。実際に、この雑音が原因とされる磁場式ナ

ビゲーションシステムへの影響が報告されている[3]。

我々はLED無影灯から発生する放射雑音を測定し、さらに磁場式ナビゲーションシステムへの影響について検証した。多くの製品は主として100kHz~30MHzまでの周波数帯において、雑音を発生していたが、その発生範囲(距離)はほとんど近傍に限局していた。また、極めて近傍であれば比較的高強度の雑音であったが、実際の使用環境である1m程度の離隔距離を設けることにより、背景雑音と同等となるものが多かった。

一般に磁場式ナビゲーションシステムは、磁場発生装置近傍の10cm程度の範囲内において、手術器具の位置情報を認識可能とする。この範囲内に発生する磁界よりも高強度の雑音が混入した場合、位置情報の推定誤差を引き起こす可能性があると考えられる。例えば、メスやピンセットなどの鋼製器具は、磁界に与える要因であることが広く知られている[4]。

我々の検証においては、LED無影灯による電磁干渉は確認されなかった。一方、報告では一定の距離を取ることで、影響は消失したとあるため、無影灯本体から何らかの雑音が発生していた、あるいは伝搬した雑音を放出するアンテナとして機能していたと推察される。今後は、発生要因の特定や影響発生の可能性についての詳細な検討をおこなっていききたい。

### 3. 電気メスによる映像機器に対する電磁干渉

電気メスによる医療機器への電磁干渉は広く知られている。一方、高周波の雑音は同じ周波数帯の無線通信や、同周波数帯の信号を用いる情報機器などに影響を与える可能性がある。近年では、手術映像システムの導入が進んでいるが、電気メスによる映像信号への干渉が報告されている [5]。映像の途絶や雑音の混入は、特に開胸・開腹をおこなわない内視鏡手術においては、致命的な映像に繋がりに兼ねない。

我々は、手術映像システムを簡易的に模擬し、その近傍において電気メスを使用した際の放射雑音による影響を評価した。手術映像の伝送には、長距離伝送用のコンバータ（スイッチャー）が用いられるが、このコンバータ間に接続されるケーブルが雑音を拾うアンテナとなる場合がある。我々の検証では、UTP ケーブルの使用により、雑音の混入が確認された。また、映像信号の経路に雑音が直に伝導した場合を模擬した結果、映像は激しく乱れさらにモニタの故障に至るものも確認された。

#### 4. 電磁干渉の低減に向けた取り組みの期待

手術室内の機器の多くは、ほとんどが常設（移動が無いまたは少ない）して使用されるものが多い。医療機器であれば無影灯や生体情報モニタ、電気メス、麻酔器などはその主たる例であろう。また、映像機器や情報通信機器なども同様である。医療機器は安全な使用のため、定期点検（保守）がおこなわれていると推察されるが、情報機器や映像機器、さらにそれらの配線ともなると、その頻度はあまり高くないことが予想される。ある病院の手術室では、映像機器の配線において、過度のテンションのかかった状態のもの、抜けそうなコネクタ、絡まったケーブルなどの、電磁干渉の温床が散見さ

れた。また、電源線をはじめとしたケーブル類は雑音の伝導路兼アンテナと成り得ることを再認識されたい。特に医療現場でも用いられる渡り配線は、同一線上に接続された機器の雑音を伝導させる [6]。今回例とした電磁干渉も、こういった影響が要因であった可能性も否定はできない。

医療機器の保守管理は元来臨床工学技士の業務である。一方、映像機器や情報機器などの保守担当は医療従事者でないことも多く、場合によっては医療機関の外部の者（メーカーやベンダ）が担うこともある。医療機器でなくとも、これらの IT 機器は医療現場において、もはや欠かすことのできない機器となりつつあり、さらには不具合が患者の生命に関わることもある。従って、これらの機器が安心・安全に使用できる環境を提供することも、今後現場に求められる考え方の一つと言える。特に、臨床工学技士や認定ホスピタルエンジニア（CHE）にはこれらへの積極的な関与を期待したい。

#### 謝辞

本研究の一部は、平成28年度電気通信普及財団研究調査助成および日本学術振興会科学研究費（若手研究（B）JP15K21461）の補助を得ておこなわれた。

#### 参考文献

- [1] 池田卓也, 河井敏博, 森隆比古ほか：手術室における ME 機器と雑音の問題. BME. 1988, Vol.2, No.6, p. 382-387.
- [2] Ishida K, Arie S, Gotoh K, et al. Electromagnetic compatibility of wireless medical telemetry systems and light-emitting diode (LED) lamps. Przegląd Elektrotechniczny. 2018, (in press)
- [3] 木村早希, 加藤まなみ, 森田将太ほか：磁場式ナビゲーションシステムにおける無影灯による磁場障害の検

- 証. 日本臨床工学会会誌. 2017, No.60, p.204.
- [4] 洪 在成：手術ナビゲーションの有益性と危険性.生体医工学, 2011, Vol.49, No.5, p.656-660.
- [5] 田中健二：電気メスから映像機器への影響と対策、あらたな問題. 平成27年度第2回医療電磁環境研究会, 2016.
- [6] Ishida K, Hanada E, Hirose M : Investigation of Interference with Medical Devices by Power Line Communication to Promote Its Safe Introduction to the Clinical Setting. Proc. EMC Europe 2016, 2016, p.818-822.