

医療・福祉施設の電磁環境について

○鍛冶良作, 大川慶直, *赤尾伸一, **川瀬隆治, ***土田崇, ***泉敬介, 神徳徹雄
産業技術総合研究所 知能システム研究部門,
*三井住友建設株式会社 技術本部 技術研究所,
**東急建設株式会社 技術研究所 建設 ICT グループ,
***株式会社関電工 技術開発本部 技術研究所

1. はじめに

現代社会における電気・電子機器の発展は、この四半世紀を見ても想像を絶するものがある。人間生活を支える社会的インフラが電子化されている。その高度電子社会構造の中でのキーテクノロジーは良質な電力供給である。そして、社会インフラストラクチャの中核は、その良質な電力の使用を前提として動作する高度コンピュータ技術である。

一方、電気・電子機器は様々な要因で誤動作・故障のリスクがある。建築空間内でそれらの原因となる要因の一例を挙げると、落雷により建物の鉄筋・鉄骨に流れる雷電流、外部からの電磁波、迷走電流、漏洩電流、インバータ機器・変圧器などからの高調波ノイズ、不要電磁界などである。

RT 機器, ICT 機器は建物や構造物に設置され運用されている。言うまでもなく、機器は電気で稼働しており、機器が正常に稼働するか否かは、建物性能、電気設備性能に依存することとなる。しかし、指数関数的に進歩していると言われてこれら機器と建物性能、電気設備性能に整合性が取れているかが安心安全な社会を構築していく上で重要なポイントとなるが、現状では十分とはいえない。

さらに、機器の電磁耐性については、電磁両立性として機器側の規準は定められているが、機器の運用空間の電磁環境性能については定められていないのが現状である。機器がどのような電磁環境の運用空間に置かれているか、あるいはど

のような電磁環境の運用空間が必要かといった点についても定める必要がある。

近年、医工連携が進み、手術室などの医療空間にも電気電子機器が多く導入されている。輸液ポンプや医用テレメータなどの医療機器を電磁界ノイズから保護して安心安全に利用するために、多くの医療電子機器に備わっている電磁耐性を確認し、この電磁耐性を上回る電磁環境と「ならない」室内空間を構築する必要がある。

一方、JIS T 1022:2006（病院電気設備の安全基準）では、手術室における電気設備の安全基準が規格化されており、心室細動（心臓の機能停止）を起こさないよう考慮されている。本報告では、電磁環境基準、測定評価方法、対策技術をまとめた、「電気・電子機器の運用空間指針」について紹介すると共に、より安心安全な手術室の構築に必要なノイズ対策技術について提案する。

2. 電気・電子機器の運用空間指針

機器の運用空間の電磁環境基準を指針として提案した[1]。骨子は以下の通りである。

2. 1 遵守すべき電磁環境基準

運用空間が遵守すべき電磁環境基準を以下とする。

・3V/m 以下（=129dB μ V/m 以下）

*放射無線周波電磁界（電界）（26MHz～2.5GHz）

2. 2 対策の基本方針

運用空間内での電磁環境問題を回避するために運用空間を構成する建物の対策の基本方針を以下に示す。

- 1) 電氣的独立性の確保
- 2) 電磁波（放射電磁界）の抑制
- 3) 磁場の抑制
- 4) 伝導ノイズの抑制（建物の絶縁化）
- 5) 安全性・セキュリティの確保

2. 3 方針がカバーする電磁環境問題

対策の基本方針 1)－5)が念頭に置く電磁環境問題を表 1 に示す。問題によっては各方針の合わせ技により対処する。

表 1 電磁環境問題と対応する基本方針

問題	方針番号
施設内部に携帯電話の電波が減衰して到達すると、携帯電話自体からの発信電波が最大出力となる	2)
特定小電力通信の電波侵入	2)
電子レンジからの輻射	2)
テレビ塔近傍の放送波	2)
落雷	1), 4), 5)
インバータノイズ	1), 2), 4)
レーザメス	1)-4)
EMP爆弾, 太陽風, 彗星	1)-5)

3. 電磁環境問題・対策事例

3. 1 放送塔周辺の電磁環境報告事例

放送塔周辺の市街地での電界強度の距離分布特性を測定した総務省による報告[2]（平成 22 年 2 月）では、放送塔からの水平距離が 500m 以内の測定点で、多くの電子機器が持つ電磁耐性 3V/m を上回る電界強度が測定され、最大で 15V/m を上回る測定点もあることが報告されている。

3. 2 放送塔(東京タワー)周辺の電磁環境実測事例

東京タワーからの FM ラジオ放送波の測定結果事例では、東京タワーから南東に約 4.8km 離れたオフィスビルで、最大

約 105dB μ V/m の電界強度が測定されている。本測定値を電磁波の距離減衰式をもとに放送塔周辺 440m 以内の範囲に換算すると、この範囲では、多くの電子機器の電磁耐性基準となっている 3V/m を上回る電磁環境となっていることがわかる[3]。

3. 3 雷保護システム対策例

現在の雷保護システムでは、避雷針が建物構造体と電氣的に接続されている。そこで避雷針などの受雷部に落雷すると雷電流は構造体を大地に向かって流れる。このため建物内部に雷による電磁インパルスの影響が及ぶ。そこで、雷保護システムと建物構造体とを電氣的に絶縁することを提案している。このような雷電流を独立した雷保護システムに流すことにより、建物内部への落雷による影響を抑制することができる。

3. 4 インバータノイズ対策例

汎用インバータからは原理的にコモンモードノイズが流れる。各機器が建物構造体と絶縁されていなければ、建物構造体にもノイズが流れ出し、あるいはノイズが構造体を介して電子機器に侵入することになる。コモンモードノイズは、接地系統の安定性を揺るがし、また近傍に敷設されたケーブルへノイズ誘導する原因ともなる。

そこで対策として、ノイズ源であるインバータ機器の接地線を専用に設けること、建物構造体と絶縁することが重要である。さらに、接地線に接地線用フィルタを設けることによって、コモンモードノイズを抑制することができる。このような接地システムの構成とすることにより、電子機器への回り込みや、電磁界の

放射による影響を抑制することができる。
 なお、このとき用いる接地線用フィルタは、安全性の観点から、電気設備の技術基準で示されている断面積を有することが必要である。

3. 5 電気メス・UPS 対策例

汎用手術室の医療機器自体がノイズ源の場合がある。例えば、電気メスはその代表例である。また医療機器は、鉄筋などの建築構造材を含め電氣的に接続されているため、鉄筋等から、雷撃やノイズが進入する。また、非常用電源として UPS を使用する例があるが、スイッチング電源を用いているため UPS 自身がノイズ源となっており、UPS からのノイズが手術室に流入する可能性がある。

より安心安全な手術室のノイズリスク低減の方法として下記が考えられる。

- 1) 手術室全体をシールドし外部からの放射ノイズを遮断する。
- 2) 手術室内へのノイズ侵入経路である鉄筋などは、電氣的に絶縁性の強化プラスチック筋を用い雷撃やノイズの進入ルートを遮断する。このとき、シールド材と手術室内の医療機器等は、電氣的に接続し同電位化を行い機器間の電位差をなくし感電防止する。また、このときノイズの伝搬ルートは、主に接地線に流れることとなる。
- 3) 接地線に流れるノイズについては、接地線用フィルタを接続し、ノイズを熱に変換する事によりノイズを低減する。
- 4) UPS などからの電源ラインに流れるノイズは、高周波ノイズも遮断する絶縁トランスを採用することで、電源ラインから伝搬するノイズを遮断

する。

4. まとめ

電磁環境基準、測定評価方法、対策技術をまとめた、「電気・電子機器の運用空間指針」について紹介すると共に、より安心安全な手術室の構築に必要なノイズ対策技術について提案した。

より一層、高度化される最先端の手術室では、ノイズリスク低減は必須事項であり、医療、電気工学、建築などの幅広い連携が重要である。

人類は、電気・電子機器利用から逃げられない。我々は、怯むことなく障害要因と立ち向かう必要がある。特に「人間」そのものを扱う医療福祉現場では、その繊細さ故に範となるべく最先端を実践すべきである。本提案が、より安心安全な電磁環境の構築に向けて、ひとつのきっかけになることを期待している。

参考文献

- [1] 神徳, 他, 産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会編: "ロボット技術・情報通信技術の運用空間指針", (独)産業技術総合研究所テクニカルレポート, 産総研出版番号 AIST12-J00011, 2013
- [2] 通常の電波伝搬環境下における短波帯等の電磁界強度測定等の業務の調査報告書, 総務省, 2月, 2010
- [3] 赤尾, 他, ロボット技術・情報通信技術の運用空間に関する研究, 日本ロボット学会誌, 32 巻 10 号 P53/60, 2014