

安心安全電磁環境研究会
高度電子化医用施設における電磁環境指針

2019 年 1 月 31 日

産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会 編



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

はじめに

情報通信技術やロボット技術の進展に伴い、様々な分野の自動化やネットワーク化が進み日々効率化が図られている。その一方で、それを支える社会インフラシステムの複雑化が進み、ひとつの障害発生が社会全体に甚大な影響を与えるようになってきている。このような背景を踏まえて、情報通信技術やロボット技術を活用して安心・安全な質の高い生活を実現するために不可欠なひとつの環境問題として電磁環境に注目し、その基準化を図って関連産業の発展を促すことを目的として、2010年10月に産総研コンソーシアム「安心安全電磁環境研究会」を設立した。2013年3月には、核融合をはじめとする様々な分野において極限的な電磁環境への対応策を創出した現場の皆様の御協力を得て、「ロボット技術・情報通信技術の運用空間指針 (AIST12-J00011)」[1]を刊行した。その後5年にわたって様々な学会で発表活動を行い、今回、医療版の運用空間指針を提案することになった。

相互作用の強いネットワークにおいては効果の伝搬が非線形的に増大することが知られているが[2]、電磁界は、情報経路に加えてノイズ経路を新たに追加して、やり取りすべきでない情報やエネルギーが次々伝播してしまうことを助長する。雷が落ちると避雷針に大電流が流れ、避雷針が建物の鉄筋に繋がっているため建物内部に流れ、鉄筋に繋がれたアースを介して部屋内の電子機器、電力・情報ネットワークに流れ、様々な障害を引き起こす。医療現場では電気メスなど手術室内に存在する機器そのものが、想定外の「相互作用」を継続的に生む。さらに高度電子化医用施設ではより積極的にロボット技術やCT・PET・MRIなどの高磁場・高周波利用機器が利用され、相互作用が生じやすい状況を生む。このように、電磁環境問題とは、システムの過度の相互作用問題であり、リスクの非線形的な増大に直結した問題なのである。

我々の指針の骨子は機能セグメント毎の絶縁化である。これは電磁気によるセグメント間の「相互作用」を断ち切ることを意味している。すなわち、システム全体に波及する非線形的なリスクの増大を緩和することを意味している。また、セグメント内部では試行錯誤（個々の失敗）を許容し、かつ、失敗を他のセグメントに伝搬させないことから、不良要因を絞り込むなど、個々の失敗をシステム全体の改善に活用する機能性も備えている。このような特徴は原因不明の事象への対抗策として非常に有効な手段となる[2]。

本報告は、医療機関と連携した研究活動の中で、我々の問題意識をまとめた技術資料である。基本的には前報告の指針を医用に拡張適用したが、医用に特有の事項に対する提言も含まれている。電磁環境問題を考慮した安心安全社会の実現に向けて、様々な技術分野だけでなく、社会システムを作る法律や行政分野をも含めた産官学連携のための議論のきっかけとなることを期待する。

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, 出版番号 AIST12-J00011, 2013

[2] ナシーム・ニコラス・タレブ, “反脆弱性[上・下] 不確実な世界を生き延びる唯一の考え方”, ダイヤモンド社, 2017

平成 31 年 1 月

産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会
代表 鍛冶良作

安心安全電磁環境研究会
高度電子化医用施設における電磁環境指針検討 WG 名簿

正宗	賢	東京女子医科大学	先端生命医科学研究所
神徳	徹雄	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
鍛冶	良作	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
吉岡	匠	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
昆	盛太郎	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
古屋	克己	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
中村	晃	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
板谷	太郎	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
大川	慶直	国立研究開発法人	産業技術総合研究所
		元 独立行政法人	日本原子力研究開発機構
泉	敬介	株式会社	関電工
土田	崇	株式会社	関電工
上川	将章	株式会社	関電工
竹入	強	株式会社	竹入製作所
松原	澄行	株式会社	竹入製作所
小杉	一正	株式会社	竹入製作所
谷垣	正治	三井住友建設株式会社	
赤尾	伸一	三井住友建設株式会社	
岡田	泰一	東レ・デュポン株式会社	
宮本	敏一	帝人株式会社	
高橋	孝二	西松建設株式会社	
飯塚	信一	西松建設株式会社	
川瀬	隆治	東急建設株式会社	
富永	哲欣	NTTネットワーク	総合研究所

高度電子化医用施設における電磁環境指針 概要

産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会
<https://staff.aist.go.jp/t.kotoku/committee/d-eme>

目的

当研究会は2010年の設立以来、高度電子化社会を支える電磁環境の構築を目指し活動している。2013年には「ロボット技術・情報通信技術の運用空間指針（AIST12-J00011）」を刊行した。本指針は、同指針をもとに医療機関と連携した研究活動の中で、高度電子化医用施設の電磁環境基準・対策技術等をまとめた技術資料である。医用施設のより安心安全な電磁環境の実現のために提案する。

指針の骨子

■高度電子化医用施設が遵守すべき電磁環境基準

放射無線周波電磁界（電界）

3V/m 以下（＝129dB μ V/m 以下）*放射無線周波電磁界（電界）（80MHz～2.7GHz）

電源周波数磁界

30A/m 以下（実効値）（50Hz または 60Hz）

＜ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準（医用施設編）＞

医用電気機器・システムの電磁耐性を根拠として規定。JIS T 0601-1-2:2018「医用電気機器―第1部：基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項，一副通則：電磁妨害―要求事項及び試験」

■電磁環境の測定評価方法

電磁環境を評価するための測定方法を規定。

＜ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境測定評価方法基準（医用施設編）＞

■医用施設での複合的電磁環境問題

複合的電磁環境問題とは、「電子機器の動作に必要な電磁界と、同機器の動作に不要な電磁界との独立・干渉性が壊れ、両者が互いに結合・干渉し、機器の安定かつ安全な動作が損なわれる問題」と定義し、関連する医用機器の例を記述。

■電磁環境指針の構築概要

安心安全な医用施設の実現するための建物（構造物）側の要求機能と対策。

- ・建物の絶縁化・非磁性化：鉄筋に代え、連続繊維を使用した強化プラスチック筋を使用
- ・電磁波の干渉、乱反射、マルチパスの抑制：電磁波シールド材、電波吸収体を適切配置
- ・電気的独立性の確保：構造物内の電気設備・給排水設備に関わる金属部材を、その機能ごとに電気的独立性を確保
- ・JIS T 1022:2018「病院電気設備の安全基準」との関連性を明記

＜ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会 構造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針（医用施設編）＞

ケーススタディ

電磁環境指針に基づき医用施設及び手術室について検討

＜ADK04-ME 安心安全電磁環境研究会 医用施設における安心安全電磁環境を

実現するためのケース・スタディ＞

＜ADK05-ME 安心安全電磁環境研究会 手術室における安心安全電磁環境を

実現するためのケース・スタディ＞

目次

1. 目 的.....	1
2. 適用対象.....	1
3. 高度電子化医用施設の電磁環境基準	2
4. 電磁環境の計測方法	4
4－1 電磁波の計測方法	
4－2 磁場の計測方法	
5. 医用施設における劣悪な運用空間の要因	4
6. 運用空間に求められる事項.....	5
7. 対策の基本方針	5
7－1 複合的電磁環境問題を回避するための基本方針	
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）	
7－2 安全性・セキュリティの確保のための基本方針	
8. 医用施設における運用空間の構築指針	6
8－1 構造物の要求機能	
8－2 構造体に関わる要求機能	
1) 絶縁化・非磁性化の確保	
8－3 非構造体に関わる要求機能	
1) 電磁波の干渉・乱反射・マルチパスの抑制	
2) 磁場の影響からの保護	
3) 静電気放電の抑制	
4) 伝導ノイズの抑制	
8－4 設備機器に関わる要求機能	
1) 電氣的独立性の確保	
2) 接地・高周波ノイズの低減	
3) 接地	
4) 電気設備	

5) 絶縁化

8-5 安全性・セキュリティの確保

9 .JIS T 1022:2018「病院電気設備の安全基準」との関連性	10
1 0 . 参考文献.....	11
1 1 . 附属書.....	11
1 2 . 参考情報.....	12

付属書

ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準(医用施設編)	13
ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境測定評価方法基準(医用施設編).....	15
ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会 構造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針 (医用施設編)	20
ADK04-ME 安心安全電磁環境研究会 医用施設における安心安全電磁環境を実現する ためのケース・スタディ	21
ADK05-ME 安心安全電磁環境研究会 手術室における安心安全電磁環境を実現する ためのケース・スタディ	28

1. 目 的

進歩の目覚ましい医用電子技術や情報通信技術を活用して安心・安全な質の高い医療を実現するには、医用空間に分散配置した多くの医用電子機器や情報通信機器をひとつのシステムとして連携動作させる基盤技術が重要となる。そのためには医用支援ロボットをはじめとする医用電子機器や情報通信機器などの各種電子機器が、安心・安全に、かつ安定して動作する信頼性の高い運用空間を構築する必要がある。

こうした状況下で近年の雷被害は増加の一途を辿り、平成23年9月版の（財）全国自治協会資料によると、平成3年に比べ、被害件数7倍、支払い金額9倍となっている。電磁界は、情報経路（必要な電磁界）に加えて、ノイズ経路を新たに追加して、やり取りすべきでない情報やエネルギー（不必要な電磁界）が、次々伝播する。

システムの故障原因を究明するにも、どのセグメント・経路が悪さをしているのか、システム間の相互作用が大き過ぎて、切り分けを不可能にしているという現状がある。さらに悪いことに、医療現場では電気メスなど手術室内に存在する機器そのものが、想定外の「相互作用」を継続的に生む。さらに高度電子化医用施設ではより積極的にロボット技術やCT・PET・MRIなどの高磁場・高周波利用機器が利用され、相互作用が生じやすい状況を生む。ネットワークの無線化もリスク増大に拍車をかけている。利便性の追求が、システム全体を脆弱化し、雷や太陽風やブラックアウトなど「稀な事象が引き起こす損失」を試算できない状況にしている。

このような電気・電子機器の動作に必要な電磁界と不要な電磁界との独立・干渉性が壊れて発生する複合的電磁環境問題（相互作用の連鎖問題）を回避しつつ、局所的な失敗を活用して全体の向上を図る反脆弱性を導入するために、支持構造物、通信制御設備、電力設備の間の電氣的独立性を確保した安心安全な電磁環境の実現が重要となる。

そこで上記の医用電子機器を活用する運用空間に求められる電磁環境を実現するために、電磁環境の基準化を図り、電磁環境の計測・評価・対策技術と合わせて構造物に要求される機能を示すとともに、電子化医用施設に係る医用電子技術・情報通信技術を運用する空間の構築方法を指針として提案する。

2. 適用対象

医用施設、医用機器に関するJIS規格には、JIS T 1022:2018「病院電気設備の安全基準」およびJIS T 0601-1:2017「医用電気機器―第1部:基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項」とその規格群がある。

前者は、医用電気機器などの使用上の安全確保のため、病院、診療所などに設ける電気設備のうち、医用接地方式、非接地配線方式及び非常電源に対する、安全基準及び施設方法について規定している。換言すれば、この規格の中では、主に医用室における電気設備の考え方を感電防止と停電防止の観点から規定している。

後者は、医用電気機器及び医用電気システムの基礎安全及び基本性能について規定している。同規格の副通則、第1-2部:「基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項―副通則:電磁妨害

「要求事項及び試験」では、同機器、同システムの電磁イミュニティ（電磁妨害に対する耐性）や電磁エミッション（電磁エネルギーの放出）に関する要求事項を示している。

このように医用室あるいは医用空間の電磁環境に関する規格はない。JIS T 0601 :2018 において、医用機器のイミュニティとエミッションの要求事項が定められている。しかしながら、医用機器を安定、安全に運用するには、医用空間の電磁環境を考える必要がある。当然ながら、電磁妨害を与えるノイズ源は医用機器以外にも存在するし、電磁妨害は医用室以外の空間あるいは電源線や信号線、接地線に重畳して医用室に侵入する。

そこで、本指針は医用施設における電磁環境を適用範囲とする。

電子化医用施設では、医用機器がネットワークに接続されており、医用情報が統合管理される。自動化やロボット化が進むことが予想されることから、医用施設全体の電磁環境を良好に保ち、電磁妨害による誤作動を起こさない環境を作ることが、医用施設の安全を考える上で不可欠である。一方で、近年では、省エネルギーの観点からインバータが多く導入されており、電磁妨害の原因となっている。今後もインバータ機器の設置は増えることが予想される。また、落雷も電子化された医用機器にとって脅威である。被害も懸念事項である。

先述の JIS T 0601-1-2:2018 では、電磁妨害環境として「専門の医用施設環境」「在宅医用環境」「特殊環境」の3つの環境を示している。「特殊環境」とは大きな電磁エネルギーを放出する医用機器を用いる医用現場を指す。例えば、電気手術器、超音波療法機器を使用する場所やMRI システムが用いられる場所を指す。

この区分に従えば、本指針は、「専門の医用施設環境」に「特殊環境」を含んだ医用施設を適用範囲とする。なお、本指針は在宅医用環境においても良好な電磁環境を構築する上で有効な情報を提供する。

3. 高度電子化医用施設の電磁環境基準

放射無線周波電磁界（電界）

3V/m 以下 （=129dB μ V/m 以下）（80MHz～2.7GHz）

電源周波数磁界

30A/m 以下（実効値）（50Hz または 60Hz）

とする。

JIS T 0601-1-2:2018「医用電気機器―第1部：基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項、―副通則：電磁妨害―要求事項及び試験」において、外装ポートの放射無線周波電磁界および電源周波数磁界に対するイミュニティ試験レベルを参照した。

同規格では、交流入力電源ポートや直流電源ポート等に対するイミュニティ試験レベル等を定義している。詳しくは、12章に参考情報として同規格を抜粋したので参照のこと。

なお、JEITA IT-1004B-2017 産業用情報処理・制御機器設置環境基準によれば、一般レベルの環境では、放射無線周波電磁界（電界）3V/m 以下（80MHz～1GHz）、電源周波数磁界 3A/m 以下 と定義されている。即ち、医用機器はより厳しいイミュニティ性能を要求されていることが分かる。

本指針では、医用機器のイミュニティ性能を参考に基準を定めたが、これは医用施設では一般環境よりも厳しい電磁環境が許容されることを意味するものでない。ここでの基準値は最低限の性能を示したものであり、本基準よりも優れた電磁環境を構築することを目指す必要がある。

そのため、適用範囲とする周波数帯についても、必要に応じて適宜採否を検討し、必ずしも上記の周波数帯には限定しない。例えば、第5世代携帯電話や無線 LAN の利用周波数なども考慮すべきである。医用機器では、例えば MRI では利用磁界に応じた水素原子の共鳴周波数（プロトンの歳差運動周波数）が決まる。例えば 0.3T を用いる MRI であれば 12.8MHz が共鳴周波数である。

電磁妨害の大きな要因として接地システムからの妨害が知られているが、現在のところ有効な規格がない。そこで、本指針でも電磁環境基準として定義しないが、本指針では接地システムを含む対策を提示する。

医用施設における注意事項を下記に参考情報として示す。

i) 注射筒輸液ポンプの安心安全な利用環境を確保するためには、外来する携帯電話の周波数帯の電磁波を測定周波数に含める必要がある。測定においては、特に次の点に留意する。

- ・ 外部から到来する携帯電話通信波の減衰量の確認

建物の外壁側と中心部での到来波の電界強度の差異（＝減衰量）を確認する。携帯電話の外来電波が建築部材の遮蔽・吸収によって減衰し届きにくくなるゾーンでは、携帯電話の送信出力が大きくなり、近接した注射筒輸液ポンプに携帯電話の通信波が悪影響を及ぼす恐れがある。そのため、建物の外壁側と中心部で到来波の減衰性能を確認し、携帯電話が最大の送信電力を発する可能性を調べておくことで、金属で覆われた検査室や手術室など、医用機器へのリスクに注意すべきエリアを確認することが重要になる。

ii) 医用施設で汎用されている医用テレメータの安心安全な利用環境を確保するためには、420～450MHz 帯の電磁波を測定周波数に含める必要がある。測定において特に次の点に留意する。

- ・ 外部から到来する干渉波の確認

- ・ 隣接する医療機関から到来する医用テレメータ干渉波
- ・ 近隣の建設現場などから到来するリモコン通信波、火災報知器通信波など

- ・ 内部で発生する干渉波の確認

- ・ LED 照明(特に輸入品)から発生する妨害電磁波

- ・ 同一チャンネルの重複利用による干渉波

iii) 医用施設で汎用されている MRI（核磁気共鳴画像診断装置）周辺の安心安全な利用環境を確保するためには、プロトンの歳差運動周波数（0.3T の MRI の場合、約 12.8MHz）の電磁波を測定周波数に含める必要がある。

4. 電磁環境の計測方法

4-1 電磁波の計測方法

電磁波の計測方法は、下記に記す。

ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境測定評価方法基準(医用施設編)

測定項目

① 時間変動測定

測定値の再現性、測定時刻・場所が異なる測定値の比較可能性を確認するために、電磁波の時間変動を測定する。

② 室内電界強度分布測定

保護対象とする機器が使用される室内またはその周辺で、適宜測定機材を移動させ、室内の電界強度分布を測定する。

③ 室内代表点での周回指向性測定

室内の 1 ケ所を室内代表点として設定し、室内代表点に設置したアンテナの方向を水平面で 45 度毎の 8 方向に周回させ、到来する電磁波の方向毎に電界強度を測定する。

4-2 磁場の計測方法

磁場の計測方法は、日本建築学会環境基準 AIJES-E0001-2011 環境磁場の計測方法に関する運用規準・同解説に準拠する。

5. 医用施設における劣悪な電磁環境の要因

医用機器にとって劣悪な電磁環境となる要因として、下記の複合的電磁環境問題がある。複合的電磁環境問題とは、「電子機器の動作に必要な電磁界と、同機器の動作に不要な電磁界との独立・不干渉性が壊れ、両者が互いに結合・干渉し、機器の安定かつ安全な動作が損なわれる問題」である。

複合的電磁環境問題の発生は、以下の場合に分けて想定する。

- ・ 外部からの不要電流、不要電磁波、不要磁場が浸入した場合
- ・ 内部の機器・設備から強い不要電流、不要電磁波、不要磁場が発生した場合

医用施設では、以下のような電磁環境問題が発生する。

- ・ 医用テレメータ、無線 LAN、携帯電話などの電波利用機器間の相互干渉
- ・ MRI、X線装置などの医用機器から発生するノイズによる、電磁的耐性の弱い電子機器（電子カルテ、医用テレメータ、超音波診断装置、制御装置等）への影響

- ・エレベータ、空調設備、ポンプなどのインバータ利用機器やLED照明器具から発生するノイズによる、電磁的耐性の弱い電子機器（電子カルテ、医用テレメータ、超音波診断装置、制御装置等）への影響

これらの電磁妨害による影響は、ノイズ発生機器と被障害機器との直接的な干渉によるものばかりでなく、ノイズ発生機器の電源/制御用配線からの放射や、コモンモードノイズの構造体や接地系統からの回り込みによっても発生する。そのため、複合的電磁環境問題として扱うべき事象である。

医用施設は、電気メス、MRI、X線装置などのノイズ源とノイズ耐性の弱い電子機器（電子カルテ、医用テレメータ、超音波診断装置、制御装置等）が同一の建物に設置されており、複合的電磁環境問題が発生しやすい状況にある。

6. 運用空間に求められる事項

- ・複合的電磁環境問題の要因を想定し、これを可能な限り制御・抑制することで対策しなければならない。
- ・医用機器が安定かつ安心安全に動作できる運用空間を実現する建物システムを構築しなければならない。
- ・医用機器には、従来から使われている機器のみならず、将来、普及または使用が見込まれる機器も対象に含める。特に高度化された医用施設では、情報通信のための新しい機器・システム、ロボット技術、診断技術が開発され、急速に普及することが見込まれる。そのため、市場動向を勘案の上、対象とする電子機器を想定しなければならない。
- ・医用施設では、室内環境および人体の安全性確保にも配慮しなければならない。
- ・本指針に示されていない事項は、関連規格、基準による。

7. 対策の基本方針

7-1 複合的電磁環境問題を回避するための基本方針

複合的電磁環境問題を回避するために、下記の対策を基本方針とする。

1) 電氣的獨立性の確保

支持構造物、通信制御設備、電力設備の間の電氣的獨立性を確保するために、構造物内に使用する金属部材は必要最低限とし、絶縁化・非磁性化した構造を持つ、絶縁構造物の構築を目指す。

2) 電磁波（放射電磁界）の抑制

下記に示す電磁波・静電気による弊害を抑制するために、適切に電磁シールド対策を行う。

外来電磁波、内来電磁波

静電気放電

- ・外来電磁波の遮蔽対策方法の詳細は、下記に準拠する。

ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会 建造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針(医用施設編)

- ・電磁シールド対策方法の詳細は、下記に準拠する。

日本建築学会環境基準 AIJES-E0002-2011 電磁シールド技術指針

3) 磁場の抑制

- ・磁場による弊害を抑制するために、適切に磁気シールド対策を行う。
- ・環境磁場の計測方法の詳細は、下記に準拠する。

日本建築学会環境基準 AIJES-E0001-2011 環境磁場の計測方法に関する運用規準・同解説

4) 伝導ノイズの抑制 (建物の絶縁化)

- ・伝導ノイズによる弊害を抑制して電氣的独立性を確保するために、適切に下記の建造物の絶縁化対策を行う。

避雷対策

独立接地

配筋材・金属部材の絶縁化

電力ケーブル、制御ケーブルの電氣的独立化

ノイズフィルタの設置

電気設備の必要離隔措置

- ・絶縁建造物の電磁気特性評価方法の詳細は、下記の報告に準拠する。

平成 9 年度成果報告書 国際標準創成型研究開発「高機能繊維補強筋建造物の電磁気的性能評価方法」平成 10 年 3 月 (財)日本規格協会

- ・伝導ノイズの抑制技術の詳細は、下記に準拠する。

ADK04-ME 安心安全電磁環境研究会 医用施設における安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディおよび ADK05-ME 安心安全電磁環境研究会 手術室における安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディ

7-2 安全性・セキュリティの確保のための基本方針

安全性・セキュリティを確保するために、下記の対策を基本方針とする。

- ・安定性を担保するセキュリティ、監視、制御サブシステムの考慮
- ・インフラ情報管理システムの導入
- ・医用情報の情報セキュリティシステムの考慮

8. 医用施設における運用空間の構築指針

8-1 建造物の要求機能

医用施設における適切な運用空間を構築するにあたり、建造物は以下の要求機能を満たすことを目指す。

要求機能①：建造物内に最低限必要な金属部材は、その機能ごとの電氣的独立性が確保さ

れていること。

要求機能②：構造物に最低限必要な金属部材以外の金属・導電体を絶縁化・非磁性化すること。

要求機能③：電磁波の干渉、乱反射・マルチパスを抑制するために電磁波シールド材、電波吸収体を適切に配置すること。

要求機能④：電磁波による伝搬・伝導ノイズを抑制する配置・寸法を適切に設計すること。

要求機能⑤：機器を磁場の影響から保護すること。

要求機能⑥：静電気放電を抑制するための部材選定、接地を適切に行うこと。

要求機能⑦：室内環境および人体の安全性を確保すること。

8－2 構造体に関わる要求機能

1) 絶縁化・非磁性化の確保

構造物に使用する金属部材は、必要最低限とし、絶縁化・非磁性化した構造を目指す。

① 配筋材の絶縁化

- ・配筋材は、可能な限り連続繊維を使用した強化プラスチック筋を使用する。
- ・基材として使用する連続繊維は繊維種を限定しないが、非導電性・非磁性であること。
- ・力学的や経済的等々の理由から従来の鉄筋と併用する場合（ハイブリッド仕様）は、構造物内部に電流の伝播やループ回路の形成を排除できる配筋仕様とする。

② 配筋材については、下記の条件を満足することが望ましい。

- ・在来の鉄筋の持つ各種力学的性能と同等以上の性能を有すること。
- ・居住空間の安全性担保のため、耐火・不燃性能を持つ素材あるいは付加性能により耐火・不燃機能を発揮できる材料であること。
- ・シート状 FRP 材を用いる場合も配筋材と同様。

③ 構造物の非磁性化

構造物内の金属部は、可能な限り非磁性材を使用する。磁性材を使用する場合は、磁化されないように必要に応じた対策を行う。

8－3 非構造体に関わる要求機能

1) 電磁波の干渉、乱反射・マルチパスの抑制

電磁波の干渉、乱反射・マルチパスを抑制するために電磁波シールド材、電波吸収体が適切に配置されていること。電磁波シールド材として用いる導電体は、室内を取り囲むように配置することにより、室内の等電位化の効果もある。

① 吸収材料の選定については、以下のことに留意する。

- ・不燃性能を有し、天井、壁、床面に適宜配置した際に、構造強度的に特別な措置を講じる必要のない重量のものとする。

- ・通信環境を向上するのに効率的な形状・寸法とする。（格子状、ボード一体型、パーテーションタイプなど）
- ・有線、無線を問わず、情報機器が使用する周波数帯域において、情報機器が良好に動作するような電磁波吸収性能を有すること。
- ・建物の内部および外部の電磁環境とその整合性を配慮する。

② 施工上は以下の点に留意する

- ・熟練工・特定業者の技量を要しない施工性の良い材料とする。
- ・各面に取り付ける吸収材料は、経時変化により性能の劣化が少ないものとする。
- ・必要に応じて接地することができるようにしておくこととする。
- ・電磁波シールド材の施工方法については、日本建築学会環境基準 AIJES-E0002-2011 電磁シールド技術指針に準拠する。

2) 磁場の影響からの保護

- ① 不要磁場が機器に与える影響を十分に予測・検討し、必要に応じて磁場の軽減対策を行わなければならない。
- ② 環境磁場の計測方法については、日本建築学会環境基準 AIJES-E0001-2011 環境磁場の計測方法に関する運用規準・同解説に準拠する。

3) 静電気放電の抑制

静電気放電を抑制するための部材選定、接地が適切になされていなければならない。部材選定は、以下のことに留意する。

- ① 室内装に使用する素材には制電性能、帯電防止性能のあるものを使用する。
- ② 室内衣料、生地は、帯電防止機能を備えた材料を使用する。
- ③ 材料面での対応に制約が生じる場合、除電機能を有するシステムで対応する。

4) 伝導ノイズの抑制

- ① 伝導ノイズを抑制するため、機器・金属部材などの配置を適切に設計すること。
- ② 予測される共振周波数を避けること。

8-4 設備機器に関わる要求機能

1) 電氣的独立性の確保

構造物内に最低限必要な金属部材は、その機能ごとの電氣的独立性が確保されていなければならない。構造物内に最低限必要な金属部材とは、主に電気設備・給排水設備に関わる金属部材を指す。

2) 接地・高周波ノイズの低減

接地線に流入する高周波による定在波を低減する目的から、接地系統は、高周波ノイズフィルタを含む高周波障害防止を考慮したものであること。特に近年、省エネルギーの観点からインバータによる高周波ノイズが問題点となっているため注意が必要である。

3) 接 地

避雷設備の接地は、その他の接地系と独立して設置する。

電力系・建屋系接地、制御系接地及びコンピューター用接地は基本的に独立させる。この時、各接地系統の相互干渉を防止するために十分な隔離を取ることが望ましい。

4) 電気設備

- ① 電気機器、電子機器は、環境に見合うよう、発生ノイズを低減した機器・装置を使用する。
- ② 電力配線は、磁界、ノイズを生じないように撚り線を採用するなどの対策を行う。
- ③ 他の弱電用配線へのノイズの移行を防止するため、並行や近接を避ける配置や、シールドケーブルの採用などの対策を行う。
- ④ EPSは電氣的、磁氣的に独立した区画とすることが望ましい。

5) 絶 縁 化

- ① 電子機器、分電盤等の電気設備筐体は、ノイズ迷走電流の循環を防ぐために、建家構造体と絶縁する。
- ② 他棟からの誘導ノイズを防止するために、通信情報配線の引込みは、全て光ケーブル化することが望ましい。メタルケーブルを使用する場合は、ノイズフィルタを設置する。また引込み部では、すべて樹脂製の配管を使用する。
- ③ 電磁波の漏れ防止をするために、貫通するダクト部や配管部は、開口部長辺に対して3倍以上の長さの金属体を設置する。
- ④ 落雷時の超高圧、大電流による誘導電圧、電磁波放射、電磁ノイズによる電子機器の誤動作、損傷を防止するために、独立架空地線方式や引下げケーブルに高電圧ケーブルを採用すること等により、引下げ部は建家構造体と絶縁する。なお、避雷設備設計は、回転球体法を用いる。
- ⑤ アンテナ効果を抑制するために、適切な絶縁化をはかる。

8-5 安全性・セキュリティの確保

室内環境および人体に対する安全性確保を基本とする。

エネルギー供給と通信・制御、セキュリティ、支持構造物が安定して機能するために、適切なインフラ情報管理システムを構築し、各設備機器に対して迅速な対応を行えるシステムを目指す。但し、特に非常時における安全性を確保するために、室内は難燃・耐火・耐熱・不燃材料を用いて保護されていなければならない。安全性の担保に用いる部品・部材・材料は、各種基規準に準拠する性能を有するものとする。

セキュリティには、医用情報のセキュリティシステムも含まれるものとする。

9. JIS T 1022:2018「病院電気設備の安全基準」との関連性

医用施設における電気設備は、JIS T 1022 : 2018「病院電気設備の安全基準」に基づき設計・施工される。JIS T 1022 は、主に人体（特に患者）への電氣的な影響(感電)を防止すること及び停電防止を目的とした規格である。感電防止では、マクロショック(一般的な感電、電流の流入点と流出点とともに体表にある場合の電撃)及びマイクロショック（心臓を介した感電、電流の流入点と流出点のどちらか一方または直接心臓に接触した場合の電撃）の防止を主目的としている。そのため、特に心臓内処置、心臓外科手術等、直接心臓に挿入または接触して医療を行う医用室においては、等電位接地を行うとしている。その他の医用室では必要に応じて等電位接地を設ける。即ち、等電位接地を踏まえた電気設備に関する基準となっている。

一方、本指針では、接地系統の明確化、建物の絶縁化を基本としているが、マイクロショックを防ぐ医用室においては、等電位接地を行うことも考慮している。この場合、等電位接地を行う医用室の主接地と建物の接地系統との接続点を1点接地とすることで、接地系統を明確化でき、不要な干渉を抑制できる。

これまでの電気設備は、感電、地絡事故などの商用周波数や、高調波による電力設備や電源品質への影響を考慮することが重要であった。高度電子化医用施設ではこれらに加えて、電磁環境を検討することが不可欠である。即ち、インバータや雷撃に含まれる数キロ Hz からメガ Hz の周波数帯域や携帯電話等の利用電波であるギガ Hz の周波数帯域といった高周波帯域まで幅広い周波数の電磁環境を考慮しなければならない。

現在の医用施設では、カルテの電子化が一般化しており、さらにあらゆる医用情報のネットワーク化が進み、ロボット技術が導入され始めている。このような医用施設において、より安心安全に医用行為を行う上では、電磁ノイズ対策、雷対策などインフラ側の計画概念を見直す必要がある。

例えば、JIS T 1022 では医用接地の接地幹線は構造体に接続されるが、構造体は雷保護システムの引下げ導線としても利用されることがある。引下げ導線は雷電流の経路となることから、医用機器（あるいは医用接地幹線）と雷保護システムとの相互干渉についても配慮が必要である。本指針では構造体に強化プラスチック筋を用いて建物構造体自体を絶縁することで雷電流の侵入を防止することを提案している。この場合、JIS T 1022 の医用接地幹線を構造体に接続することの目的である「低抵抗化」を図れない。そこで、医用接地幹線を専用に布設し、医用接地極としてメッシュ接地を採用し接地極の低インピーダンス化を図ることとした。なお、鉄筋あるいは鉄骨構造の建物の場合には、避雷システムの引下げケーブルを専用線とするか、医用接地幹線の構造体との接続箇所を検討し、相互干渉を抑制することを提案している。

マイクロショック及びマクロショックへの対応に加え、電磁環境への対応を考慮した本指針の構築指針に基づくケース・スタディを巻末に示す（ADK05-ME 安心安全電磁環境研究会 手術室における安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディ）。

1 0．参照文献

- ・ AIST12-J00011 (独)産業技術総合研究所テクニカルレポート 安心安全電磁環境研究会 ロボット技術・情報通信技術の運用空間指針，産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会 編
- ・ JIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準，日本規格協会
- ・ JIS T 0601-1:2017 医用電気機器－第 1 部:基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項およびその規格群，日本規格協会
- ・ 病院電気設備の設計施工指針(JIS T 1022 : 2018 に基づく病院電気設備のあり方)，電気設備学会
- ・ JEITA IT-1004B 産業用情報処理・制御機器設置環境基準，電子情報技術産業協会
- ・ ISO 7176-21:2009 Wheelchairs-Part21:Requirements and test methods for electromagnetic compatibility of electrically powered wheelchairs and scooters, and battery chargers
- ・ AIJES-E0001-2011 日本建築学会環境基準 環境磁場の計測方法に関する運用規準・同解説，日本建築学会
- ・ AIJES-E0002-2011 日本建築学会環境基準 電磁シールド技術指針，日本建築学会
- ・ 平成 9 年度成果報告書 国際標準創成型研究開発「高機能繊維補強筋構造物の電磁気的性能評価方法」平成 10 年 3 月 日本規格協会
- ・ 建築電磁環境に関する CIB 会議及び視察報告書 平成 8 年 10 月 p.40-p.42 Method of Electric Field Strength Measurement for Environmental Electromagnetic Noise (Draft)，建設大臣官房官庁営繕部 日本建築学会電磁環境小委員会

1 1．附属書

- ・ ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準(医用施設編)
- ・ ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境測定評価方法基準 (医用施設編)
- ・ ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会 構造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針 (医用施設編)
- ・ ADK04-ME 安心安全電磁環境研究会 医用施設における安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディ
- ・ ADK05-ME 安心安全電磁環境研究会 手術室における安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディ

1 2. 参考情報

表 1 医用機器のイミュニティ試験レベル 外装ポート

(JIS T 0601-1-2:2018 を参考に編集)

現象	基本 EMC 規格	イミュニティ試験レベル	
		専門の医療施設環境	在宅医療環境
静電気現象	JIC C 61000-4-2	接触：±8kV	
		気中：±2kV, ±4kV, ±8kV 及び±15kV	
放射 RF 電磁界	JIC C 61000-4-3	3V/m ※a	10V/m ※a
		80MHz~2.7GHz ※b 80%振幅変調(1kHz)	80MHz~2.7GHz ※b 80%振幅変調(1kHz)
電源周波数磁界※c	JIC C 61000-4-8	30A/m ※d 50Hz 又は 60Hz	

※a 無変調時の電界強度

※b 動作の目的のために意図的に RF 電磁エネルギーを受信する ME 機器および ME システムは、受信周波数で試験する。（以降、略）

※c 磁氣的に影響を受けやすい部品又は回路を備えた ME 機器及び ME システムだけに適用する。

※d この試験レベルは、ME 機器又は ME システムと電源周波数の磁界源との間の最短距離を、少なくとも 15cm と仮定している。リスク分析で、ME 機器又は ME システムを電源周波数の磁界源から 15cm よりも近いとことで使用することが明らかとなった場合には、イミュニティ試験レベルを、予測される適切な最短距離に合わせて調整する。

注記) 本表を参照する際は、必ず原文 (JIS T 0601-1-2:2018 または最新版) を参照のこと。

ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会

電磁環境基準(医用施設編)

第1版制定 2019年1月23日

1. 目的

通信・制御機能を担う電気・電子機器を格納する構造物内で、医用機器の、安定かつ安心・安全な動作環境を確保するために、放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)の影響で、電源ライン、信号ライン、筐体の隙間などから侵入するノイズに起因する機器の誤動作や誤差増大などの性能低下を予防・防止する目的で、リスク管理上、必要な電磁環境基準を規定する。

2. 適用範囲

本基準は、通信・制御機能を担う医用機器を保護対象とし、保護対象とする機器を格納する建物、構造物等のインフラストラクチャーに適用する放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)および電源周波数磁界の室内電磁環境基準について規定する。

保護対象とする医用機器は、従来から使われている機器のみならず、将来、普及または使用が見込まれる機器も対象に含める。特に情報通信技術社会(ICT 社会)では、情報通信および自動化のための新しい機器・システムが開発され、急速に普及することが見込まれるため、市場動向を勘案の上、対象機器を想定しなければならない。

保護対象とする機器を格納するインフラストラクチャーは、医用施設とする。

3. 参考文献

- ・JIS T 0601-1:2017 医用電気機器―第1部:基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項およびその規格群
- ・JIS T 1022-:2018 病院電気設備の安全基準
- ・JIS C 1910:2004(IEC61786:1998) 人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定
- ・JEITA IT-1004B:2017 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準
- ・IT ビルシステム コンセプト 2002 (ITBS 研究会 資料)

4. 電磁環境基準

放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)

3V/m 以下 (=129dB μ V/m 以下)

電源周波数磁界(50Hz または 60Hz)

30A/m 以下 (実効値)

JIS T 0601-1:2017 医用電気機器 に定める外装ポートの放射無線周波電磁界(電界)および電源周波数磁界のイミュニティ試験レベルのうち専門の医療施設環境と同値

5. 特記事項

JEITA IT-1004B-2017 産業用情報処理・制御機器設置環境基準によれば、一般レベルの環境では、放射無線周波電磁界（電界）3V/m 以下（80MHz～1GHz）、電源周波数磁界 3A/m 以下と定義されている。本指針では、医用機器のイミュニティ性能を参考に基準を定めたが、これは医用施設では一般環境よりも厳しい電磁環境が許容されることを意味するものでない。ここでの基準値は最低限の性能を示したものであり、本基準よりも優れた電磁環境を構築することを目指す必要がある。

また評価対象周波数は、通信機器、産業用機器、医用機器など利用周波数とその高調波を考慮して決めることを推奨する。第5世代携帯電話や無線 LAN の利用周波数なども考慮すべきである。医用機器では、例えば MRI では利用磁界に応じた水素原子の共鳴周波数（プロトンの歳差運動周波数）が決まる。例えば 0.3T を用いる MRI であれば 12.8MHz が共鳴周波数である。

ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会

電磁環境測定評価方法基準(医用施設編)

第1版制定 2019年1月23日

1. 目的

通信・制御機能を担う医用機器を格納する構造物内で、医用機器の、安定かつ安心・安全な動作環境を確保するために、放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)の影響で、電源ライン、信号ライン、筐体の隙間などから浸入するノイズに起因する機器の誤動作や誤差増大などの性能低下を予防・防止する目的で、必要な電磁環境を測定評価する方法の基準を規定する。

2. 適用範囲

本基準は、通信・制御機能を担う医用機器を保護対象とし、機器を格納する建物、構造物等のインフラストラクチャーに適用する放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)および電源周波数磁界の室内電磁環境を測定評価する方法の基準について規定する。

※保護対象とする医用機器は、従来から使われている機器のみならず、将来、普及または使用が見込まれる機器も対象に含める。

3. 参考文献

- ・ JIS T 0601-1:2017 医用電気機器－第1部:基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項およびその規格群
- ・ JIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準
- ・ JIS C 1910:2004(IEC61786:1998) 人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定
- ・ JEITA IT-1004B:2017 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準
- ・ AIJES-E0001-2011 環境磁場の計測方法に関する運用基準・同解説
- ・ IT ビルシステム コンセプト 2002 (ITBS 研究会 資料)
- ・ ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準(医用施設編)
- ・ ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会 構造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針(医用施設編)
- ・ 建設大臣官房官庁営繕部、日本建築学会電磁環境小委員会「建築電磁環境に関する CIB 会議及び視察報告書」平成 8 年 10 月 p.40-p.42 Method of Electric Field Strength Measurement for Environmental Electromagnetic Noise (Draft)
- ・ 総務省「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」平成 22 年 2 月
- ・ IT ビルシステム研究会「電磁波測定結果 報告書」2008 年 2 月 (ITBS 研究会 資料)

4. 測定方法

4.1 測定の必要性

対象とする建物、構造物等の近傍または内部に、放射無線周波電磁界（電界）（80MHz～2.7GHz）または電源周波数磁界の発信源があり、環境基準を上回る環境になることが懸念される場合には、電磁環境を測定し、評価しなければならない。

電源周波数磁界の測定方法は、AIJES-E0001-2011 環境磁場の計測方法に関する運用基準・同解説に示される方法に基づき行う。

放射無線周波電磁界（電界）は以下の方法による。

放射無線周波電磁界の大出力源としては、放送塔、空港監視レーダー、船舶無線航行用レーダーなどがある。大出力源の近傍に立地する構造物では、電磁環境の測定評価が必要になる。

たとえば放送塔の周辺約 1 km 程度の範囲では、3V/m を上回る電磁環境になることがある（7. 参考資料 参照）。

4.2 測定機材

測定機材は、下記をもとに適宜選定する。

- ・所定の周波数の放射電磁界について、電界強度の絶対値測定が可能な測定機材
- ・水平偏波、垂直偏波の電界強度 Maxhold 値の測定が可能な測定機材
- ・1 分～6 分程度のサンプリング間隔で 24 時間以上の時間変動を記録できる測定機材
- ・適宜、線上の等間隔点、または面状の等間隔格子点に受信アンテナを移動させて、電界強度分布を測定できる測定機材
- ・受信アンテナの方向を水平面で 45 度毎の 8 方向に周回させることが可能な測定機材

4.3 測定場所

測定場所は、下記をもとに適宜選定する。

- ・最大の電界強度が得られることが期待できる場所
- ・保護対象とする機器が使用される場所またはその近傍、室内
- ・電界強度の分布が得られる線上または面上に分布する場所

建物外部から到来する電磁波の電界強度を測定する場合には、最大の電界強度が得られる場所として、屋上、バルコニー、窓際、その他の建物外周部などがある。

建物内部に発信源をもつ電磁波の電界強度を測定する場合には、発信源の近傍、またはその室内がある。発信源の近傍を測定場所とする場合には、発信源から測定点の間に、測定電磁波の波長程度の離隔が必要である。

4.4 測定手順・方法

（1） 時間変動測定

測定値の再現性、測定時刻・場所が異なる測定値の比較可能性を確認するために、測定する電磁波の時間変動を測定する。

建物内または屋上の 1 ケ所に測定機材を設置し、適当なサンプリング間隔で水平偏波・垂

直偏波の電界強度 Maxhold 値を記録する。

アンテナ方向は、主要な発信源と見なせる方向で固定する。

アンテナ高さは、室内の天井高の半分程度、または 1～1.5m 程度とする。

サンプリング間隔は、1 分～6 分程度が望ましい。

外部から到来する電磁波の場合、測定時間は 24 時間以上とすることが望ましい。

電界強度の測定値は絶対値（単位：dB μ V/m）で表示し、24 時間または日中（9 時～17 時）の標準偏差が 1dB 以内の電磁波を、時間変動の少ない「安定到来波」として扱う。

（２） 室内電界強度分布測定

保護対象とする機器が使用される室内またはその周辺で、適宜測定機材を移動させ、室内の電界強度分布を測定する。

測定点は、適宜、線上の等間隔点、または面状の等間隔格子点とする。

測定機材の設定は時間変動測定と同様とし、一測定点で 1 回のサンプリングとする。

（３） 室内代表点での周回指向性測定

室内の 1 ケ所を室内代表点として設定し、室内代表点に設置したアンテナの方向を水平面で 45 度毎の 8 方向に周回させ、到来する電磁波の方向毎に電界強度を測定する。

室内代表点は、部屋の中央付近または保護対象とする機器の近傍が望ましい。

アンテナの周回方向には、東西南北の方向を含めることが望ましい。

測定機材の設定は時間変動測定と同様とし、一方向の測定で 1 回のサンプリングとする。

5. 評価方法

測定値をもとに、ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準(医用施設編)を基準値として評価する。

基準値：放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)

3V/m 以下 (=129dB μ V/m 以下)

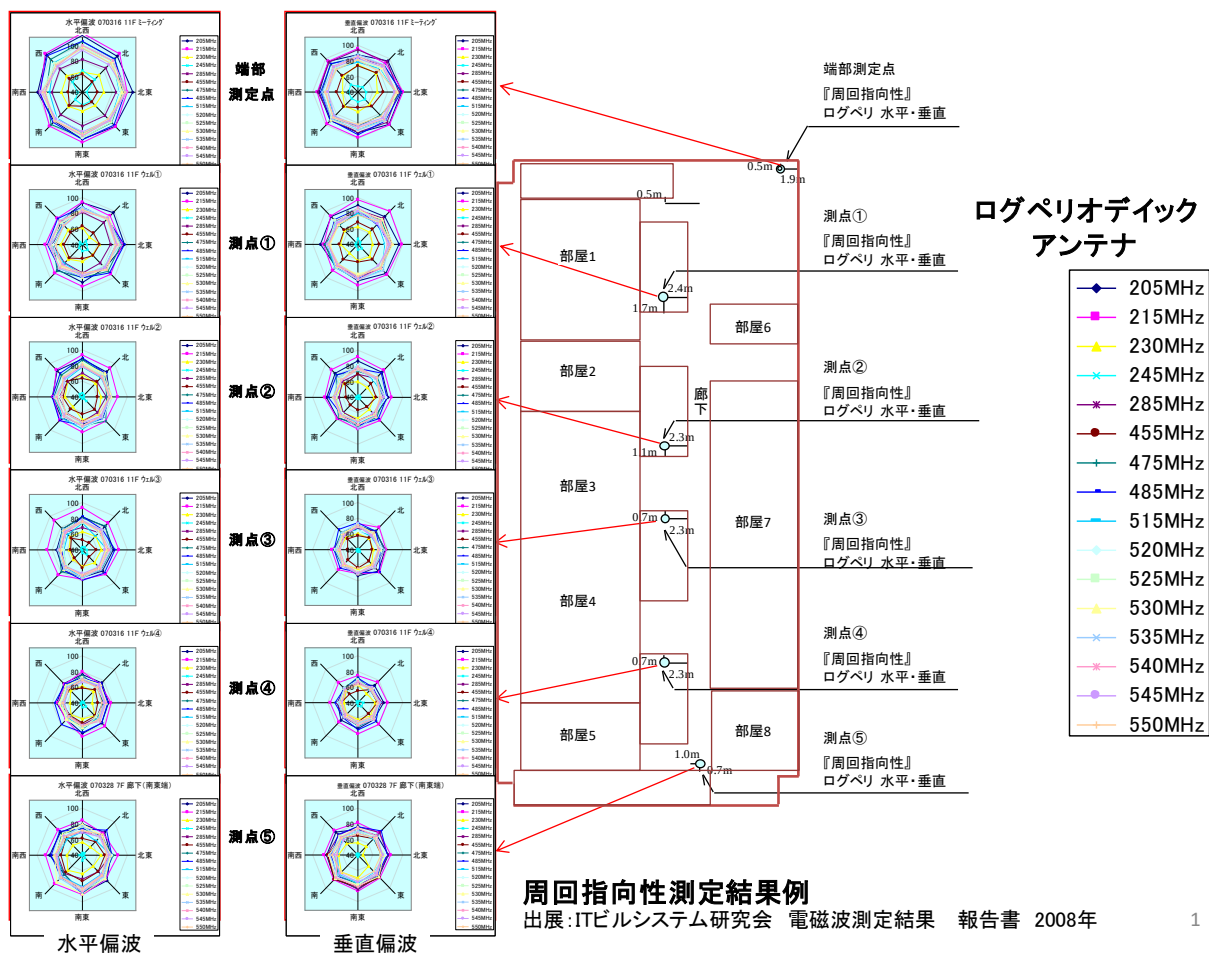
電源周波数磁界(50Hz または 60Hz)

30A/m 以下 (実効値)

基準値を上回る環境においては、基準値以下の環境にするために必要な対策を講じなければならない。

6. 技術資料

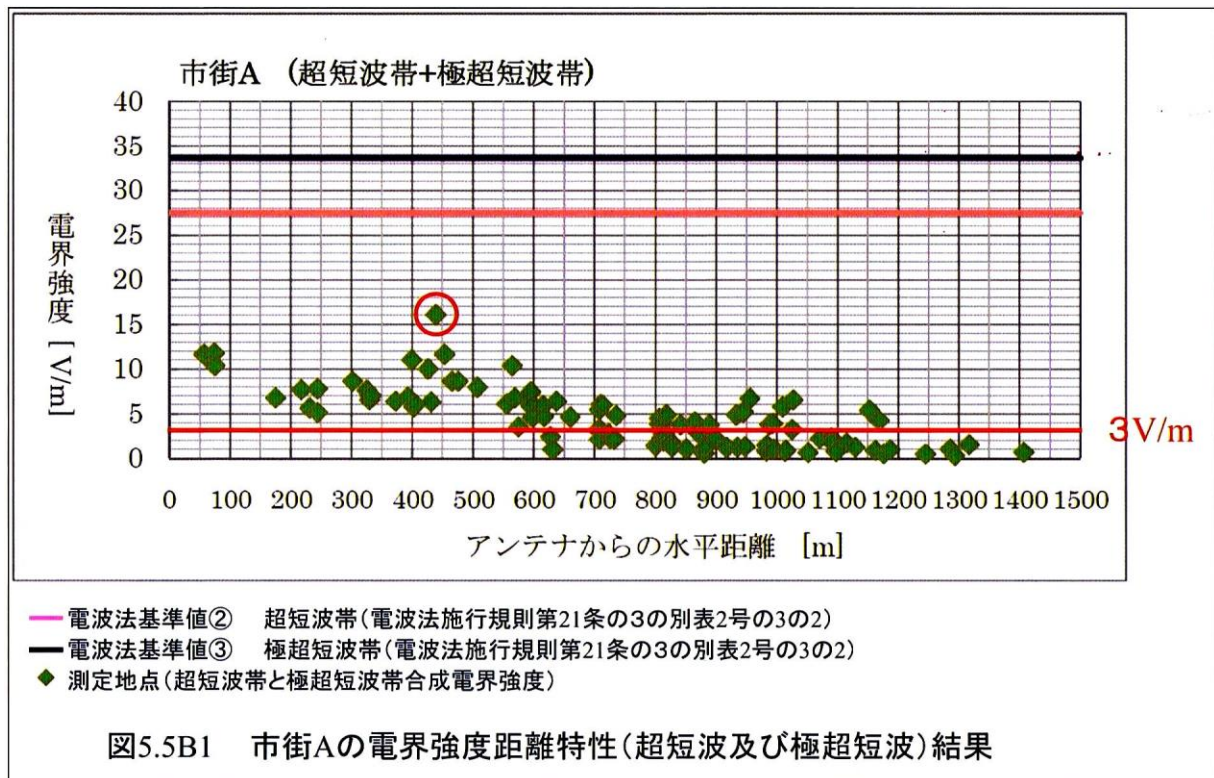
・都心部での電磁環境測定事例



出典：2008年2月 ITビルシステム研究会「電磁波測定結果 報告書」（抜粋）

7. 参考資料

- ・放送塔周辺の電界強度測定事例



出典：平成22年2月 総務省「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」(抜粋)

- ・電磁環境測定方法の検討事例

測定項目と単位 : 電界強度 $\text{dB}\mu\text{V/m}$

アンテナの周波数帯概要：

バイコニカルアンテナ	20MHz～300MHz
ログペリオディックアンテナ	200MHz～1GHz
ダブルリッジドガイドアンテナ	1GHz～

出典：建築電磁環境に関する CIB 会議及び視察報告書 平成8年10月 p.40-p.42 Method of Electric Field Strength Measurement for Environmental Electromagnetic Noise (Draft), 建設大臣官房官庁営繕部 日本建築学会電磁環境小委員会 抜粋

ADK03-ME 安心安全電磁環境研究会

構造物の外来電磁波遮蔽対策設計指針(医用施設編)

第1版制定 2018年1月23日

1. 目的

通信・制御機能を担う医用機器を格納する構造物内で、医用機器の、安定かつ安心・安全な動作環境を確保するために、放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)の影響で、電源ライン、信号ライン、筐体の隙間などから浸入するノイズに起因する機器の誤動作や誤差増大などの性能低下を予防・防止する目的で、外部から到来する電磁波を遮蔽・減衰させる性能を建物・構造物に付与する対策方法の基準を規定する。

2. 適用範囲

本基準は、通信・制御機能を担う医用機器を保護対象とし、保護対象とする機器を格納する建物、構造物等のインフラストラクチャーに適用する放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～2.7GHz)の外来電磁波を建物・構造物で遮蔽・減衰させる対策方法について規定する。

3. 参考文献

- ・ AIJES - E0002 - 2011 日本建築学会 電磁シールド技術指針
- ・ JIS T 0601-1:2017 医用電気機器—第1部:基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項およびその規格群
- ・ JIS T 1022-1:2018 病院電気設備の安全基準
- ・ JIS C 1910:2004(IEC61786:1998) 人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定
- ・ JEITA IT-1004B:2017 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準
- ・ IT ビルシシステム コンセプト 2002 (ITBS 研究会 資料)
- ・ ADK01-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境基準 (医用施設編)
- ・ ADK02-ME 安心安全電磁環境研究会 電磁環境測定評価方法基準 (医用施設編)

4. 対策方法

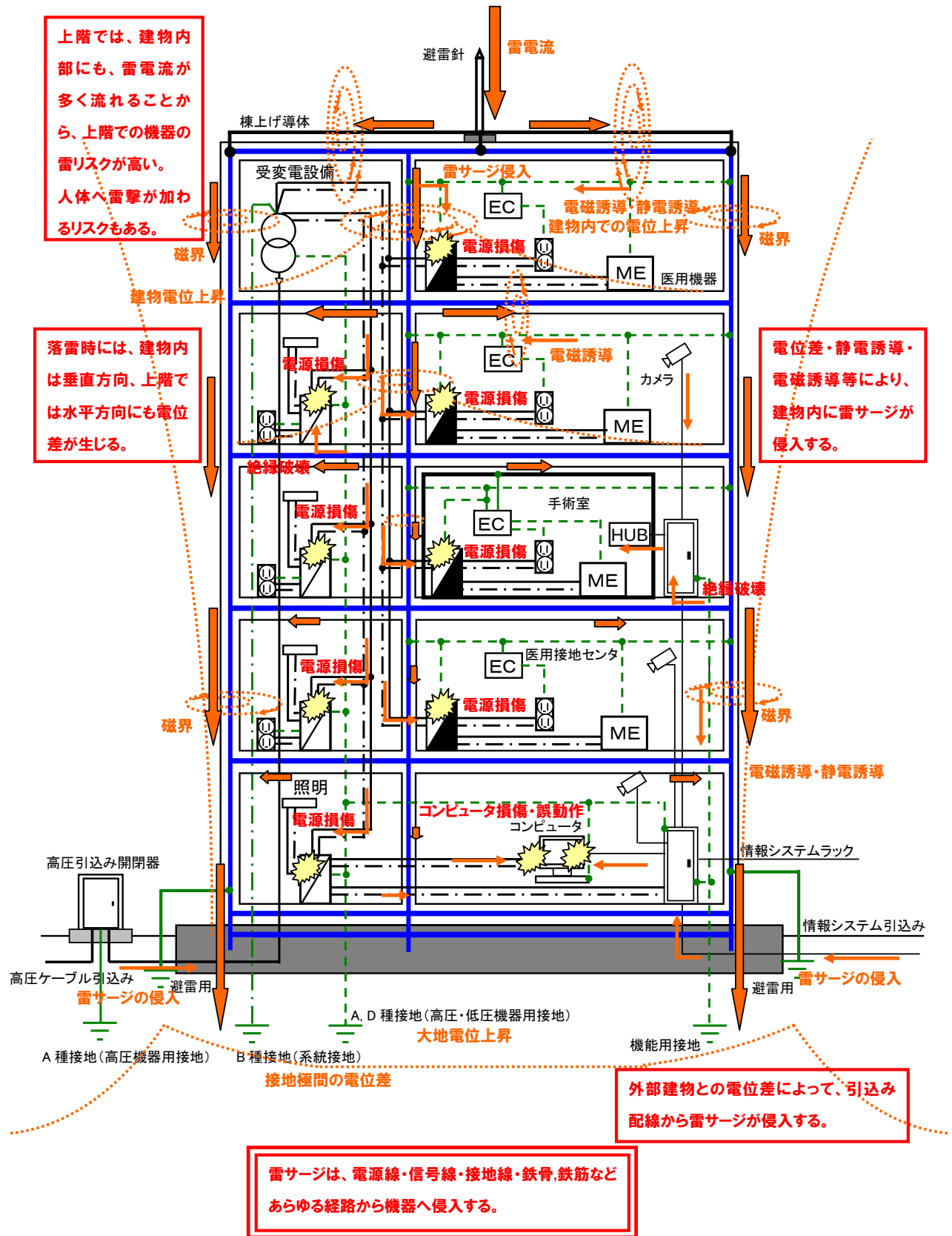
4.1 対策方法概要

対策方法は、AIJES-E0002-2011 日本建築学会 電磁シールド技術指針に準拠する。
--

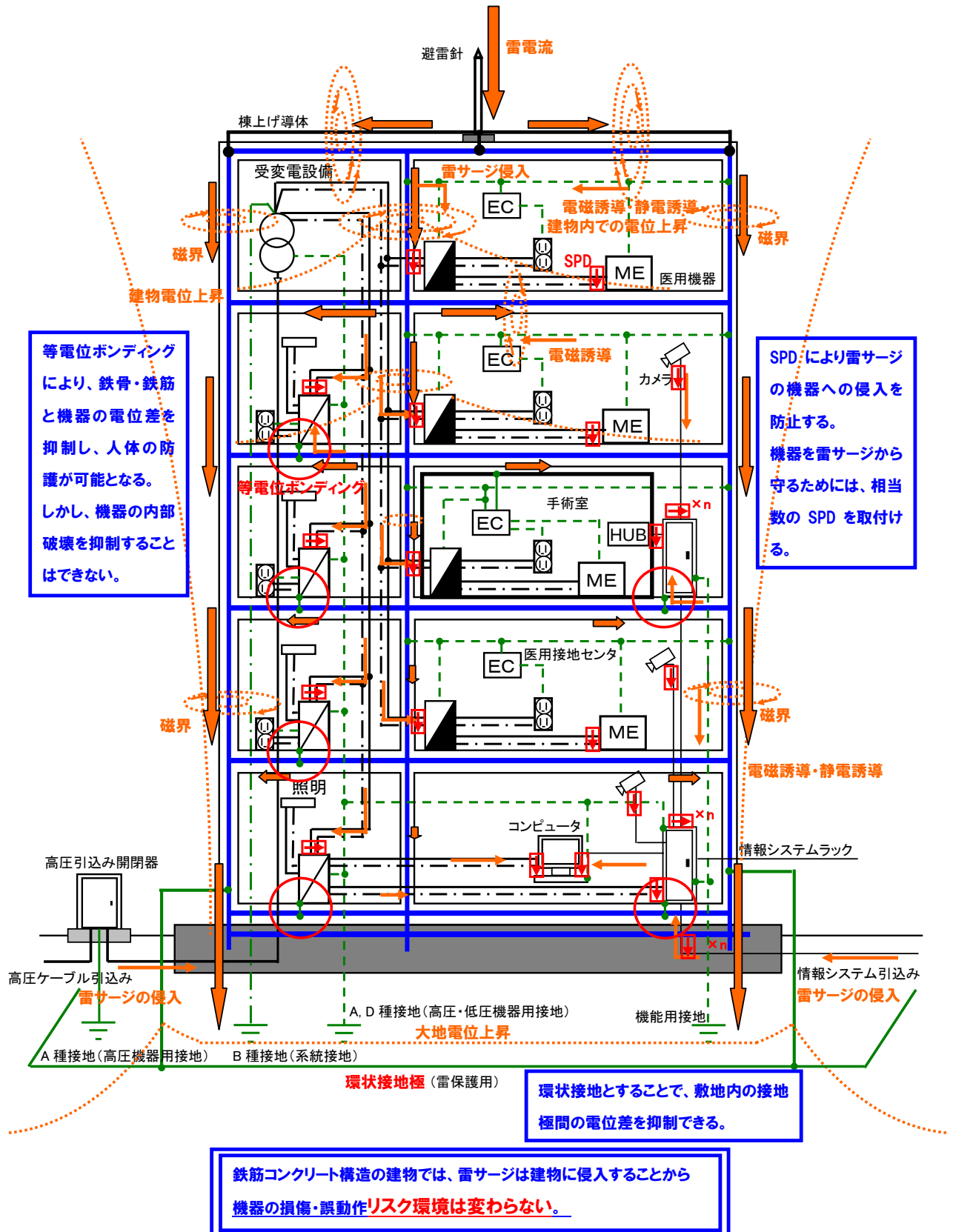
ADK04-ME

医用施設における安心安全電磁環境を
実現するためのケーススタディ

1. 鉄筋： 外部雷保護以外の雷対策なし



2. 鉄筋：雷対策例



鉄筋（鉄骨）コンクリート建物での雷対策に関する補足事項

■ 等電位ボンディング

- ・ 等電位ボンディングとは、機器と構造体を等電位する（電位差を無くす）目的で、機器と構造体をボンディング（繋ぐ、接地する）ことを指す。
- ・ 等電位ボンディングを行うことで、機器も建物と一緒に電位上昇する。このため、機器と建物構造体間での絶縁破壊を抑制できる。より重要なのは、人体の保護である。すなわち、落雷時に人が機器に触れていても、建物と機器との間の電位差が小さいために、人が雷撃を受けるリスクを十分に低減することができる。（例えば、鉄骨と機器を同時に触れていても雷撃を十分に小さくすることができる。）
- ・ しかしながら、電位上昇するのは機器の外箱であるため、電源線・信号線や内部機器との間で絶縁破壊、すなわち機器が損傷するリスクは残る。

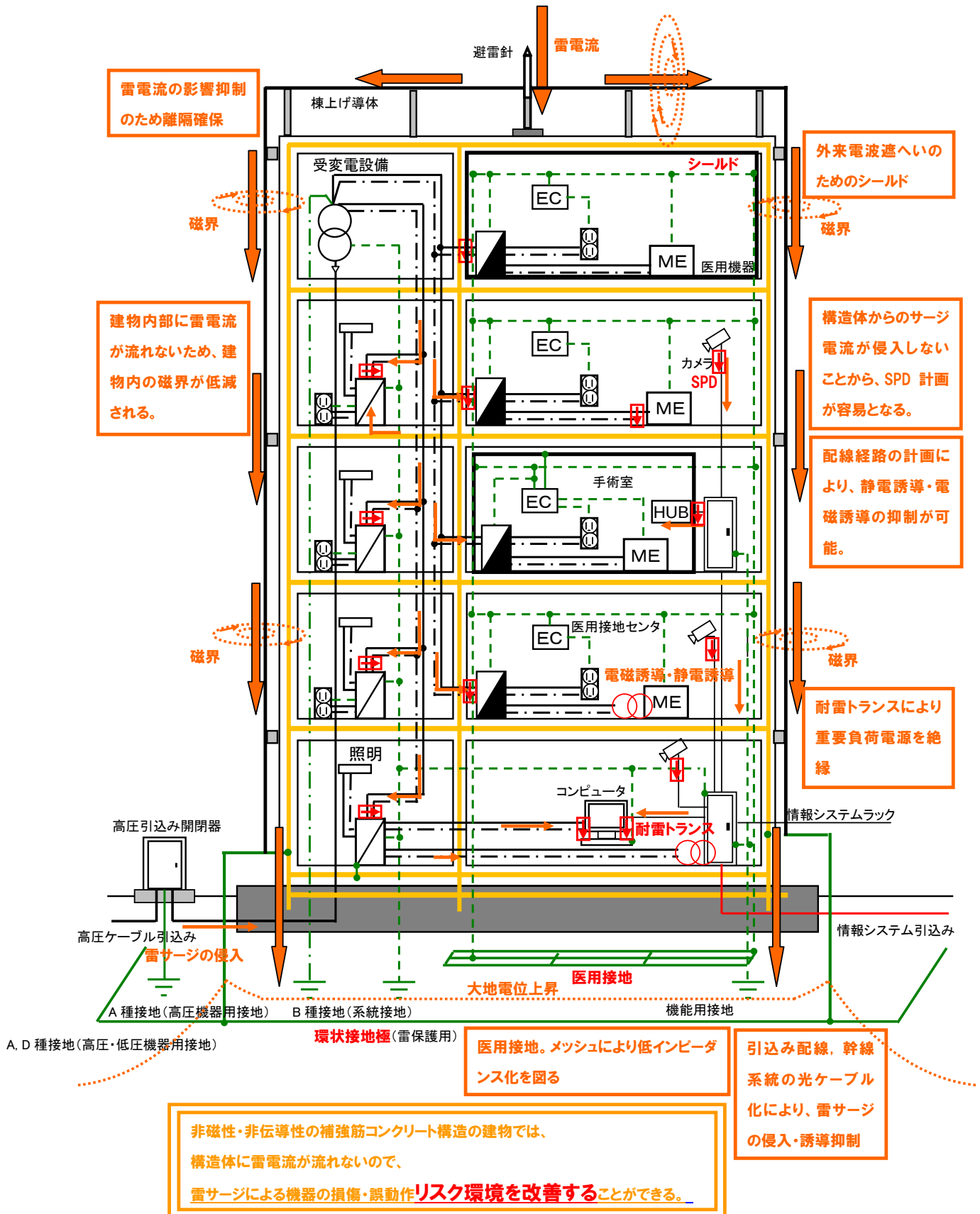
■ 環状接地

- ・ 落雷時の敷地内の接地極間の電位差を緩和するために、環状接地とすることは有効である。しかし、敷地外との電位差は緩和できないので、引込み機器を守るには、引込み線を光ケーブルとするか、SPD を設ける必要がある。

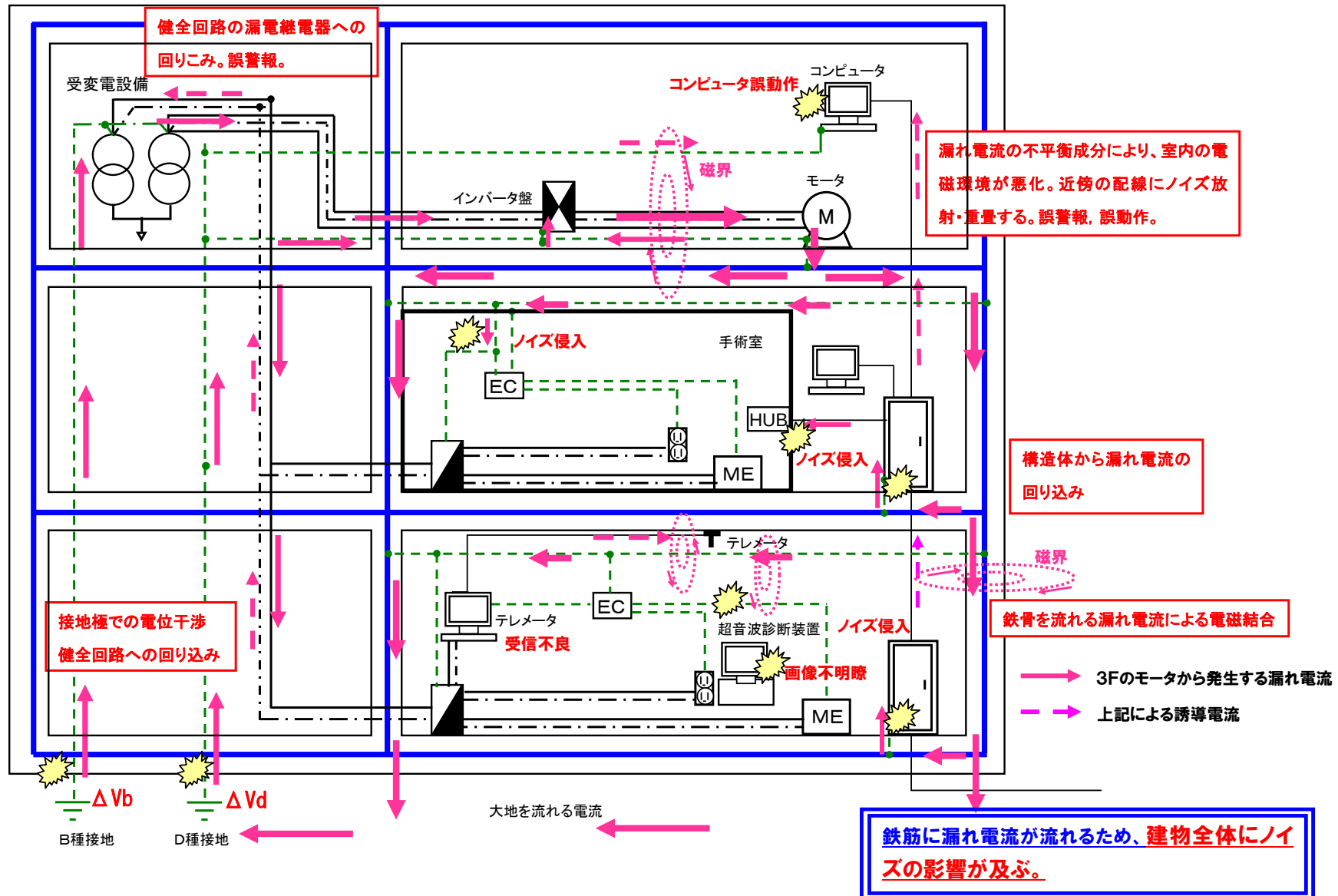
■ SPD（Surge Protective Device）の設置

- ・ 雷サージが電源・情報通信機器に侵入し、機器を損傷しないように SPD を設ける。
- ・ SPD は、電源線や信号線と接地線間などに取り付ける素子である。SPD は、常時は電氣的に絶縁状態である（高インピーダンスを維持している）が、雷サージが侵入すると導通状態となり、雷サージを接地線へ逃がす。あるいは、接地線から雷サージが侵入すれば、電源線に雷サージを逃がす。このようにして、SPD は雷サージから機器を守る。
- ・ SPD は雷サージを逃がすことで当該機器を守ることができるが、逃がした雷サージは他の機器に向かって流れる。よって、逃げた先の機器にも SPD を設置し、雷サージの侵入を防ぐ必要がある。
- ・ そのため、落雷時の機器の損傷リスクを十分に低減するには、全ての機器を対象に SPD を設置する必要がある。
- ・ しかし、現実には、コスト面への配慮から重要機器のみへ設置する。（この場合、SPD を取付けていない機器は、雷サージから守ることができない。）
- ・ SPD を取付けることにより、対地静電容量の増加し、常時の漏れ電流の増加に繋がる恐れがある。また、SPD を多く設置することは、保守機器が増すことになるので、潜在的な故障リスクが増す。

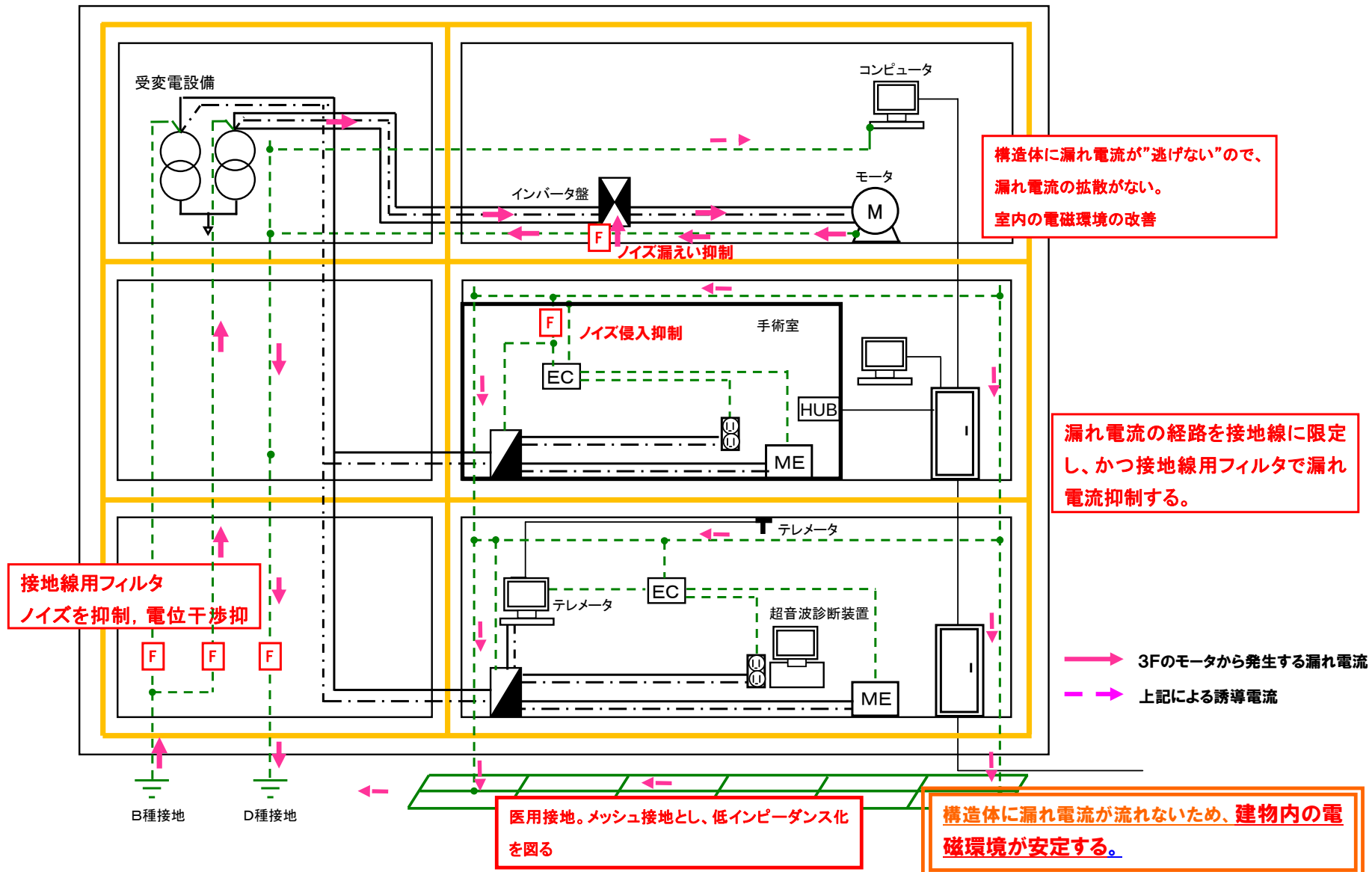
3. 非磁性・非伝導性の補強筋：雷対策例（絶縁）



4. 鉄筋コンクリート造建物での漏れ電流(コモンモード電流)とその影響



5. 非磁性・非伝導性の補強筋による漏れ電流(コモンモード電流)対策

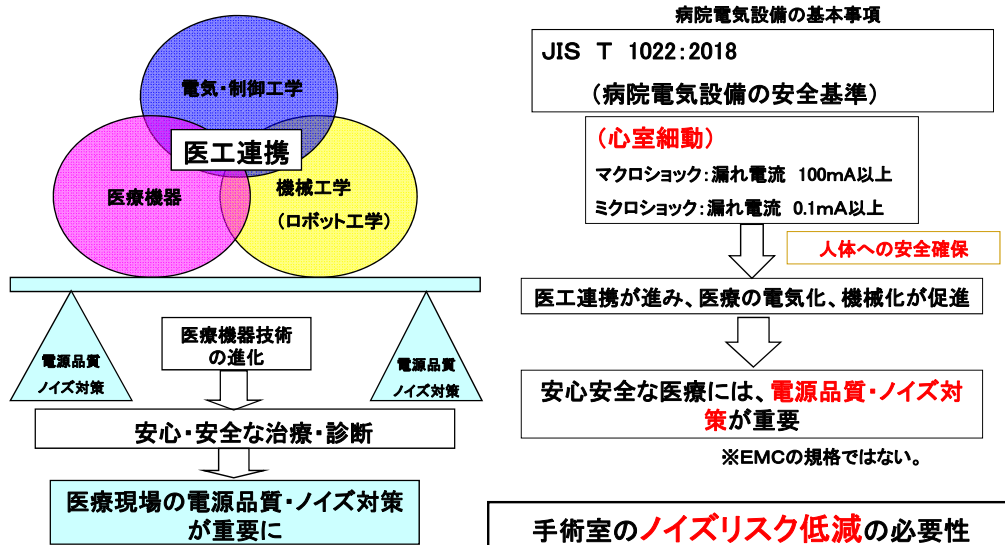


ADK05-ME

手術室における安心安全電磁環境を 実現するためのケース・スタディ

1.はじめに

【手術室におけるノイズ対策の必要性】



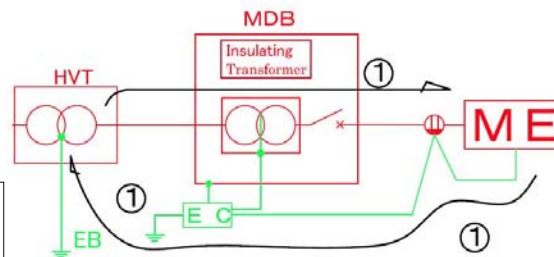
2.JIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準 について

非接地配線方式

- 1.重要な医療機器の電源遮断防止のため**絶縁トランス**を設ける。
- 2.二次巻線からの漏れ電流値は、**0.1mA以下**に規定。
- 3.漏れ電流の総和が**2mA**を超えると警報を出す。

・①のルートで漏れ電流が流れる。
・絶縁トランスによって、漏れ電流のルートが遮断する。

EC: 医用接地センタ
HVT: 高圧受変電設備
MDB: 医療用分電盤
ME: 医療機器



2

2.JIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準 について

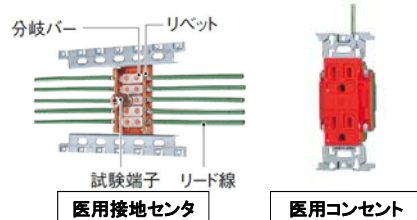
医用接地方式

保護接地(一般的な接地)

漏れ電流を安全に大地に流し地絡事故発生時に、容易に回路を遮断するための接地をいう。

- ・医用接地センタ、医用コンセント、医用接地端子
- ・接地抵抗値は、**10Ω以下**を推奨。
- ・医用接地センタと**鉄筋鉄骨**を接続する規格

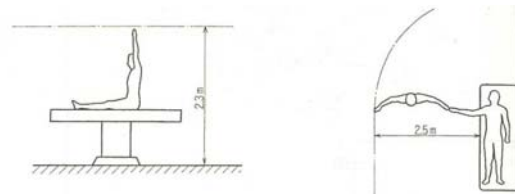
(医用接地の構造体利用)



等電位接地

患者の周囲2.5m以内、床上高さ2.3m以内の「**患者周辺環境**」にある機器及び金属製機器、設備を**等電位**にする

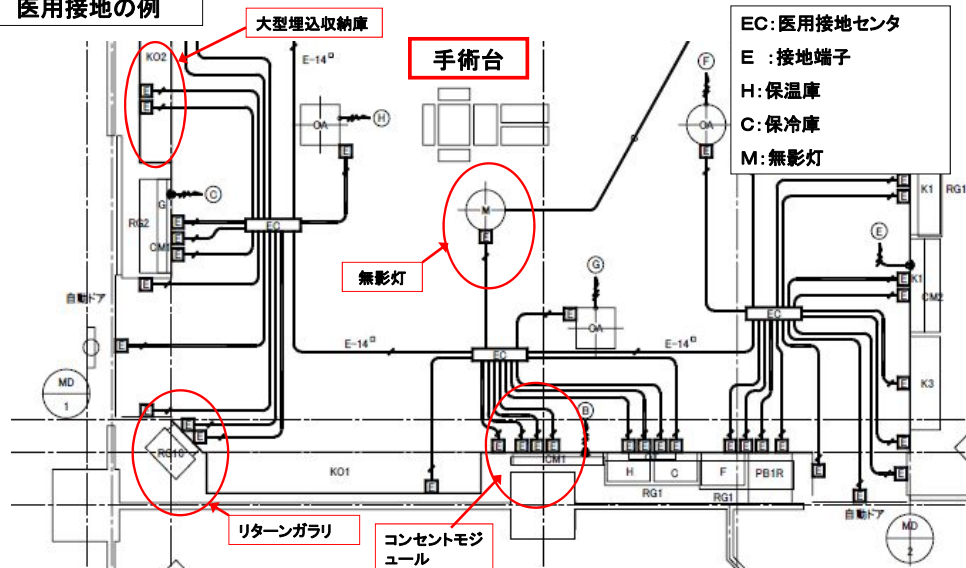
マイクロショックの対応



3

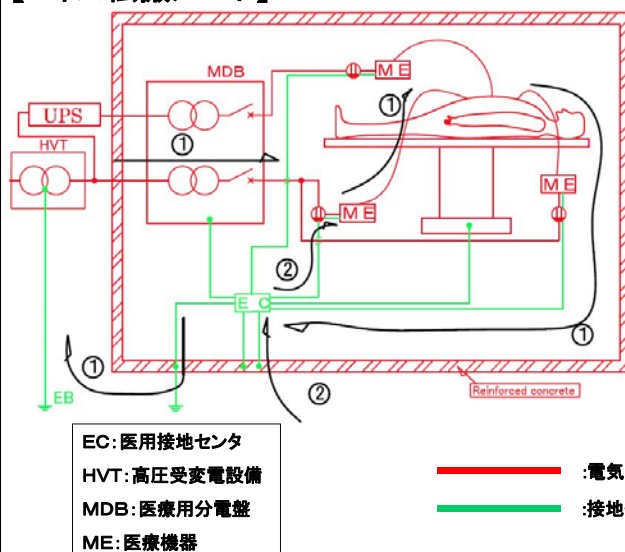
2.JIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準 について

医用接地の例



4

3.手術室における考えられるノイズ伝搬ルート 【ノイズ伝搬ルート】



(1)医療機器からのノイズ伝搬
(①のルート)

(2)構造体からのノイズ伝搬
(②のルート)

EC: 医用接地センタ
HVT: 高圧受変電設備
MDB: 医療用分電盤
ME: 医療機器

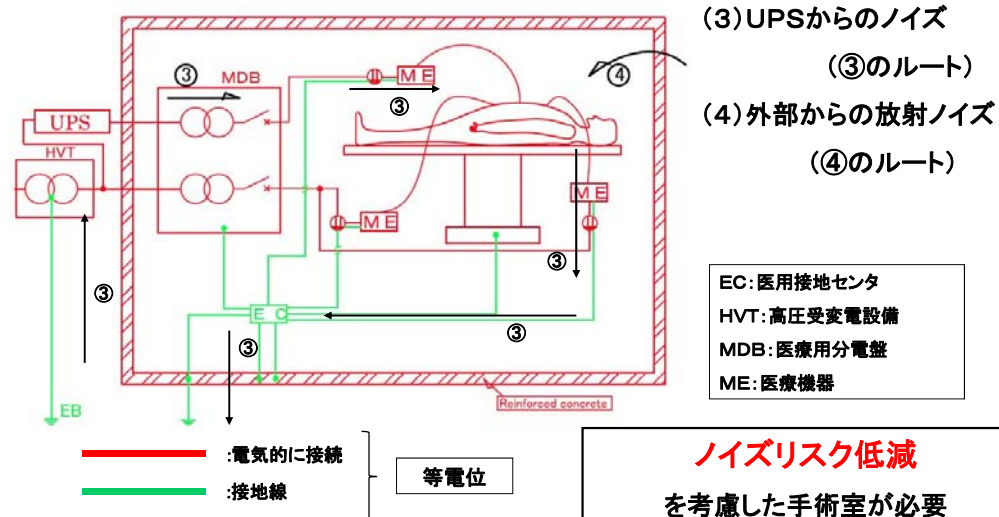
—: 電氣的に接続
—: 接地線

等電位

5

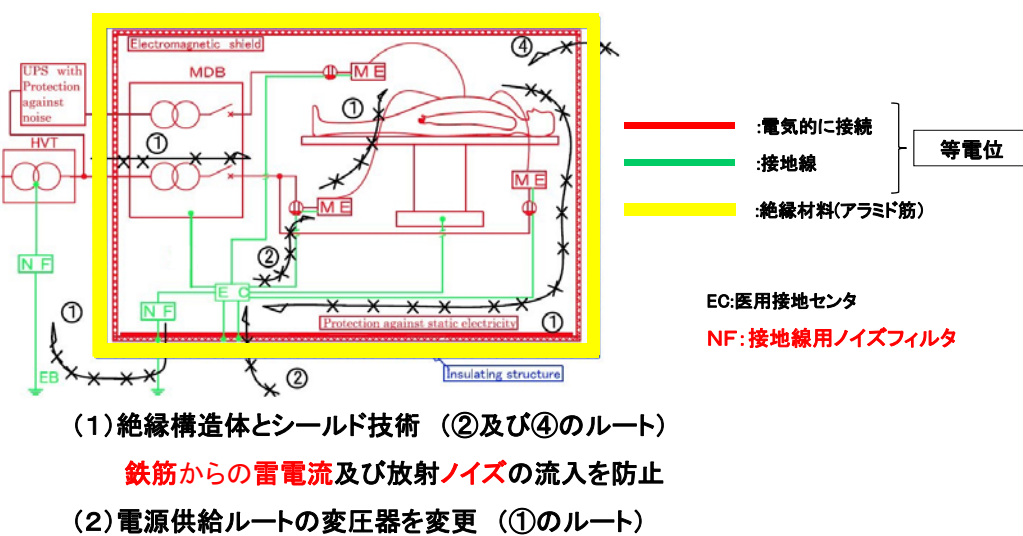
3.手術室における考えられるノイズ伝搬ルート

【ノイズ伝搬ルート】



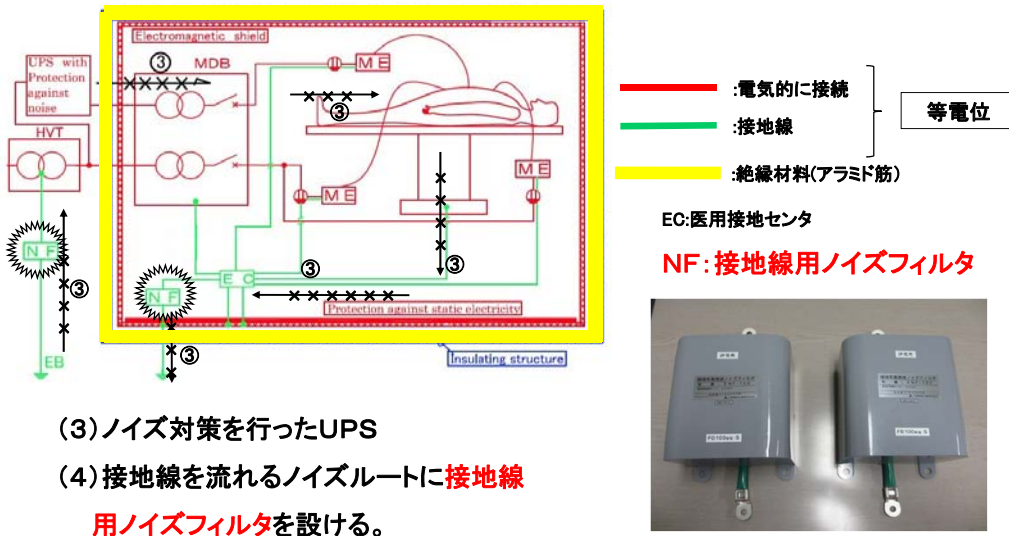
6

4.手術室におけるノイズリスク低減案



7

4.手術室におけるノイズリスク低減案

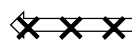


8

4.手術室におけるノイズリスク低減案

【医用接地の構造体利用の電気的目的】

建物の鉄筋鉄骨と医用接地センタは、**電氣的に接続**することが原則



絶縁構造物

但し

- 1) 構造体接地が不可能な場合は、**絶縁電線を用いた接地線**でも良い。
- 2) JIS T1022:2018の解説では、鉄筋鉄骨に接続する理由を以下としている。

① 建物構造体を接地極として使用する事によって、これと**電氣的に接続**されている**金属体は大地に対して同電位**となり、地絡事故時の感電防止上有効である。

等電位化

② 鉄骨または鉄筋は、メッシュ状になっており、きわめて**低抵抗の導体**であることから、**接地幹線**として有効である。

低抵抗化

③ 建物構造体の接地抵抗は、建物と大地の接触面積と建物の建っている地点の大地抵抗率によってほぼ決まる。

医用接地の構造体
利用の目的

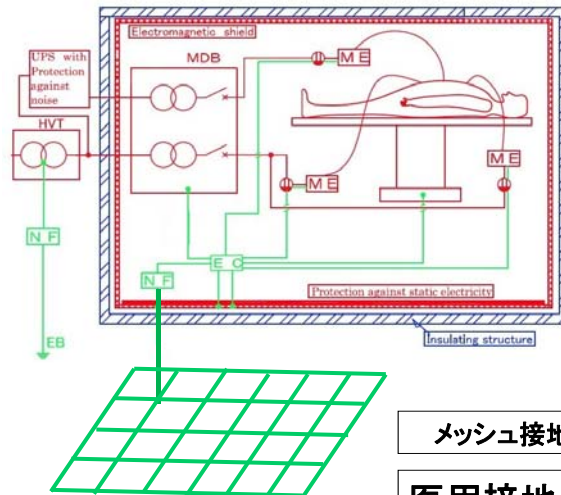


等電位化+低抵抗化

9

4.手術室におけるノイズリスク低減案

【低抵抗化と等電位化の方法】



接地抵抗の低抵抗化

- ・建物面積いっぱいメッシュ接地(2層化)
- ・メッシュ接地+棒状接地極

等電位化

- ・メッシュ接地にシールド層を含む全ての機器を電氣的に接続する。

メッシュ接地等

医用接地の構造体利用と同等の効果

安心安全電磁環境研究会 高度電子化医用施設における電磁環境指針
産総研出版番号：AIST18-J00019
平成 31 年 1 月 31 日 （初版第 1 刷）
国立研究開発法人 産業技術総合研究所（知能システム研究部門）
〒305-0031 茨城県つくば市梅園 1－1－1 中央第一
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。