

(独) 産業技術総合研究所テクニカルレポート AIST12-J00011

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

2013年3月28日

産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会 編



独立行政法人 産業技術総合研究所

はじめに

最近の情報通信技術やロボット技術のめざましい進展により、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、様々な分野の専門家を巻き込んだ活動を始めてきた。

東日本大震災による福島第一原子力発電所事故や中央自動車道笹子トンネルで発生した吊り天井板崩落事故等で経験してきたように、誰もが危ないかもと感じている事故はいつの日にか必ず発生する。「最近、時々無線ネットワークの調子が悪い時があるね」と見過ごしていると、将来いつの日にか、基幹となる生活インフラの停止やシステムの暴走等で大きな社会混乱が突如として発生する。何か実際に混乱が起こってから対処するのではなく、事前に最悪の場合を想定した対処法を検討しておきたい。

このレポートは、今までの二年半の研究会活動の中で、「システム運用空間における電磁環境指針検討WG」により、我々の問題意識をまとめた技術資料である。電磁界を活用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。

平成 25 年 3 月

産総研コンソーシアム 安心安全電磁環境研究会

代表 神徳徹雄

安心安全電磁環境研究会
システム運用空間における電磁環境指針検討WG名簿

神徳	徹雄	独立行政法人	産業技術総合研究所
鍛冶	良作	独立行政法人	産業技術総合研究所
大川	慶直	元 独立行政法人	日本原子力研究開発機構
村野	佳大	株式会社	関電工
森谷	俊夫	株式会社	関電工
泉	敬介	株式会社	関電工
米本	和浩	株式会社	関電工
黒崎	幸夫	三井住友建設株式会社	
西村	憲義	三井住友建設株式会社	
赤尾	伸一	三井住友建設株式会社	
服部	明生	東レ建設株式会社	
中村	英夫	東レ・デュポン株式会社	
山田	人司	株式会社	間組
小杉	一正	ファイベックス株式会社	
伊藤	京一	東邦テナックス株式会社	
松尾	聡	前田建設工業株式会社	
川瀬	隆治	東急建設株式会社	

目次

1. 目的.....	1
2. 適用対象.....	1
3. 運用空間に必要な電磁環境基準.....	1
4. 電磁環境の計測方法.....	2
4-1 電磁波の計測方法	
4-2 磁場の計測方法	
5. 劣悪な運用空間の要因.....	2
6. 運用空間に求められる事項.....	3
7. 対策の基本方針.....	3
7-1 複合的電磁環境問題を回避するための基本方針	
1) 電氣的獨立性の確保	
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. 運用空間の構築指針.....	4
8-1 構造物の要求機能	
8-2 構造体に関わる要求機能	
8-3 非構造体に関わる要求機能	
8-4 設備機器に関わる要求機能	
8-5 安全性・セキュリティの確保	
9. 参照文献.....	9
10. 附属書.....	9
ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準.....	10
ADK02 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準.....	11
ADK03 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.....	16
ADK04 安心安全電磁環境研究会 安心安全電磁環境を実現するためのケーススタディ.....	17

1. 目的

進歩の目覚ましい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には、人間が生活する居住空間に分散配置した多くの RT (Robot Technology) 機器や ICT

(Information and Communication Technology) 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。そのためには生活支援ロボットをはじめとする RT 機器や ICT 機器、医療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。

すなわち、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を回避するために、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、ロボット技術・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

下記に挙げる電子機器を運用する「建物」「構造物」「インフラストラクチャー」(以下、「構造物」と呼ぶ)の周辺内外の空間を適用対象とする。

- ・人間が生活する居住空間に分散配置した生活支援ロボットなどの RT 機器
- ・無線通信ネットワークなどを構築する ICT 機器
- ・医療機器
- ・各種電子機器を連携動作させるシステム
- ・産業用情報処理・制御機器

3. 運用空間に必要な電磁環境基準

放射無線周波電磁界 (電界) (26MHz~2.5GHz) で

3V/m 以下 (=129dB μ V/m 以下)

とする。

詳細は、ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準に示す。

上記の環境基準は、機器側の電磁耐性をもとに定めた。機器側においては、多くの機器で、JEITA IT-1004 産業用情報処理・制御機器設置環境基準(旧 JEIDA-63-2000)における ClassB または医療機器 EMC 規格 JIS T 0601-1-2:2012 (非生命維持装置)において、3V/m を上回る電磁耐性をもつことが規定されている。

末尾の表 1-1 と表 1-2 に情報処理・制御機器設置環境基準(旧 JEIDA-63-2000)を示す。

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、下記に示す。

ADK02 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準

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ヶ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. 劣悪な運用空間の要因

電子機器にとって劣悪な運用空間となる要因として、下記の複合的電磁環境問題の発生が想定される。

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・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」

とする。

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、不要磁場が侵入した場合
- ・ 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

屋外で使われる RT 機器には、劣悪な電磁環境での運用を想定し、安全を見込んで厳しい電磁耐性基準値を規定している例がある。例えば電動車いすと電動スクーターは、ISO 7176-21:2009 で 20V/m(26MHz-2.5GHz)以上の電磁耐性基準値が規定されている。

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。
- ・電子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。
- ・電子機器には、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 ICT 化社会では、情報通信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、対象とする電子機器を想定しなければならない。
- ・運用空間では、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、関連基規準による。

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) 電氣的独立性の確保

支持構造物、通信制御設備、電力設備の間の電氣的独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

下記の電磁波・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 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

- ・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、適切に下記の構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

- ・絶縁構造物の電磁気特性評価試方法の詳細は、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「高機能繊維補強筋構造物の電磁氣的性能評価方法」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 安心安全電磁環境研究会 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
- ・コンピューターの情報セキュリティシステムの考慮

8. 運用空間の構築指針

8-1 構造物の要求機能

適切な運用空間を構築するにあたり、構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：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

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。
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、弱電系接地、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、シールドケーブルなどの対策を行う。
- 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立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、立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、コンピューターの情報セキュリティシステムも含まれるものとする。

表 1-1 情報処理・制御機器設置環境基準（旧 JEIDA-63-2000）

		ClassA	ClassB	ClassS(S1)	Class S2	Class S3	
温度 ・ 湿度	温度	15～30℃	5～40℃	0～50℃	-10～60℃	-25～70℃	
	湿度	40～70RH 結露なし	20～80RH 結露なし	10～90RH 結露なし	5～95RH 結露なし	5～100RH 輸送・保管時	
	温度変化率	±5℃/hr 以内	±10℃/hr 以内	±15℃/hr 以内			
供給 電源	電圧	±5%	±10%	-20～15%			
	周波数	±0.5Hz	±1Hz	±3Hz			
	ひずみ率	5%以下	10%以下	20%以下			
	波高値低下率	2%以下	5%以下	10%以下			
	瞬時停電	3ms 以下	10ms 以下または、 1/2サイクル以下	200ms 以下			
接地		専用 A 種又は専用 C 種	専用 D 種	専用 D 種(電力機器は除く)			
ノイズ	電界		1V/m 以下	3V/m 以下	10V/m 以下		
	連続波伝導ノイズ		1V	3V	10V	特殊	
	磁界	AC	1A/m	3A/m	10A/m	30A/m	100A/m
		DC	8A/m	400A/m			400A/m
	静電気		2kV	4kV	6kV	8kV	オープン
	雷サージ		0.5kV	1.0kV	2.0kV	4.0kV	特殊
ファストトランジエント/バースト波ノイズ		0.5kV 繰返し率 5kHz	1.0kV 繰返し率 5kHz	2.0kV 繰返し率 5kHz	4.0kV 繰返し率 2.5kHz	特殊	

振動	連続振動	1.0m/s ² 以下	2.0m/s ² 以下	4.9m/s ² 以下			
	短時間振動	2.0m/s ² 以下	4.9m/s ² 以下	9.8m/s ² 以下			
	輸送 振動	鉛直	4.9m/s ² 以下	9.8m/s ² 以下	19.6m/s ² 以下		
		水平	2.9m/s ² 以下	4.9m/s ² 以下	9.8m/s ² 以下		
	輸送 衝撃	鉛直	49m/s ² 以下	98m/s ² 以下	196m/s ² 以下		
水平		29.4m/s ² 以下	49m/s ² 以下	98m/s ² 以下			

表 1 - 2 JEITA IT-1004 表 1.2 機器の耐環境性例より抜粋

装置名、機器名	(略)	ノイズ 電界	(略)
<本体(CPUを含む電子回路)>	(略)	B	(略)
汎用コンピュータ		B	
パーソナルコンピュータ、ワークステーション		B	
オペレータズコンソール		B	
専用コンピュータ*4		B	
プロセス制御、入力装置		B	
<周辺機器>			
マウス		B	
キーボード		B	
CRTディスプレイ		B	
液晶ディスプレイ(LCD)		B	
プラズマディスプレイ(PDP)		B	
磁気ディスク装置(HDD等)		B	
フレキシブルディスク装置*2		B	
磁気テープ装置*2		B	
光ディスク装置*2		B	
レーザプリンタ*3		B	
ドットプリンタ、インクジェットプリンタ*3		B	
感熱式、熱転写式、熱昇華式プリンタ*3		B	
ラインプリンタ*3		B	
OCR		B	
CCDカメラ		B	
モデム装置		B	
イメージスキャナー		B	
UPS(無停電電源装置)		B	

*1 装置名は一般的に本体の項を参照、周辺機器を内蔵している場合は、その機器の一番狭い範囲を必要なクラスとする

*2 記憶媒体が交換可能な装置では、休止時条件は記憶媒体を取り付けたままでの規定である

*3 プリンタの休止時条件は、印刷紙を取り外した条件での規定である

*4 FA用パーソナルコンピュータを含む

9. 参照文献

- ・電子情報技術産業協会 JEITA IT-1004 産業用情報処理・制御機器設置環境基準（旧 JEIDA-63-2000）
- ・日本規格協会 JIS T 0601-1-2:2012 医用電気機器—第1—2部：安全に関する一般的要求事項—電磁両立性—要求事項及び試験
- ・ISO 7176-21:2009 Wheelchairs-Part21:Requirements and test methods for electromagnetic compatibility of electrically powered wheelchairs and scooters, and battery chargers
- ・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
- ・日本建築学会環境基準 AIJES-E0002-2011 電磁シールド技術指針
- ・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（財）日本規格協会
- ・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)

10. 附属書

- ・ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準
- ・ADK02 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準
- ・ADK03 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
- ・ADK04 安心安全電磁環境研究会 安心安全電磁環境を実現するためのケース・スタディ

ADK01 安心安全電磁環境研究会

放射無線周波電磁界の電磁環境基準

第1版制定 2013年3月13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、電気・電子機器の、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)(26MHz～2.5GHz)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・制御機能を担う電気・電子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)(26MHz～2.5GHz)の室内電磁環境基準について規定する。

保護対象とする電子・電気機器は、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、工業用施設、家屋、医療用施設等を含む。

3. 参考文献

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-1004(旧 JEIDA-63-2000) 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準

JIS C 0601-1-2:2012 医用電気機器—第1-2部:

安全に関する一般的要求事項—電磁両立性—要求事項及び試験

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)(26MHz～2.5GHz)

3V/m 以下 (=129dB μ V/m 以下)

JEITA IT-1004(旧 JEIDA-63-2000) 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準の

放射無線周波電磁界(電界)(80MHz～1GHz) Class B と同値

ADK02 安心安全電磁環境研究会

放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準

第1版制定 2013年3月13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、電気・電子機器の、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)(26MHz～2.5GHz)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、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・制御機能を担う電気・電子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)(26MHz～2.5GHz)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。

※保護対象とする電子・電気機器は、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 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-1004(旧 JEIDA-63-2000) 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準

JIS C 0601-1-2:2012 医用電気機器—第1-2部:

安全に関する一般的要求事項—電磁両立性—要求事項及び試験

ITビルシステム コンセプト 2002 (ITBS研究会 資料)

ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準

ADK03 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

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）（26MHz～2.5GHz）の発信源があり、下記の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。

ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準
3V/m (=129dB μ V/m)

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ヶ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 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境基準を基準値として評価する。

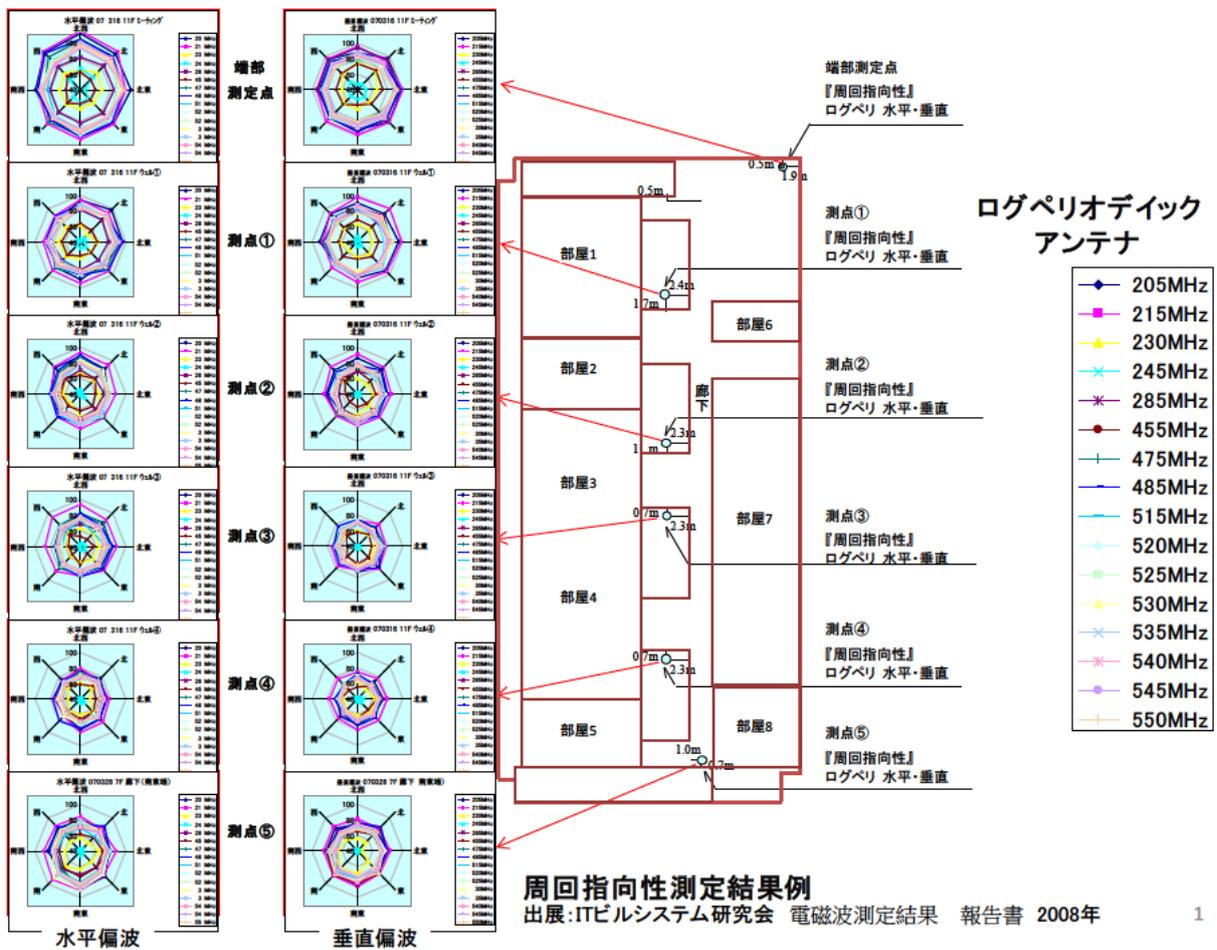
基準値：放射無線周波電磁界(電界)(26MHz～2.5GHz)

3V/m 以下 (=129dB μ V/m 以下)

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

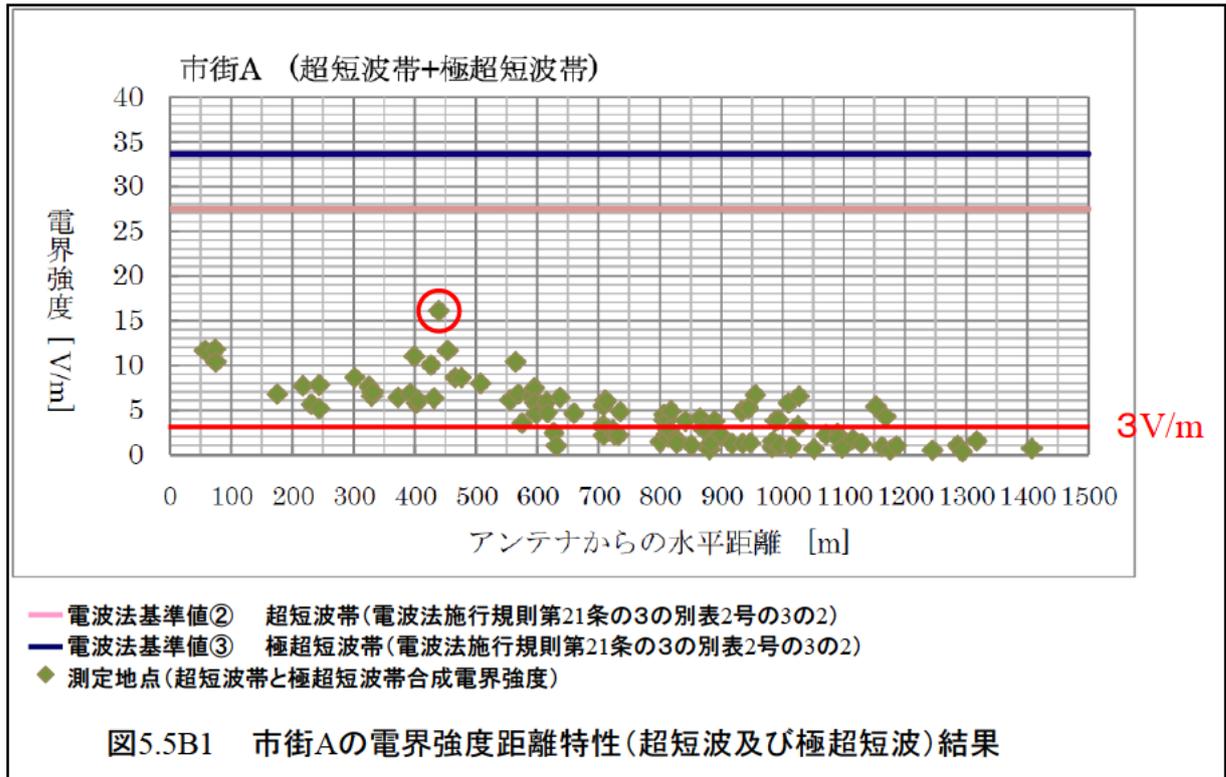
・都心部での電磁環境測定事例



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 dB μ 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) 抜粋

ADK03 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

第1版制定 2013年3月13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、電気・電子機器の、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)(26MHz～2.5GHz)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、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・制御機能を担う電気・電子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)(26MHz～2.5GHz)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 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-1004(旧 JEIDA-63-2000) 産業用情報処理・制御機器 設置環境基準

JIS C 0601-1-2:2012 医用電気機器—第1-2部：

安全に関する一般的要求事項—電磁両立性—要求事項及び試験

ITビルシステム コンセプト 2002 (ITBS研究会 資料)

ADK01 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準

ADK02 安心安全電磁環境研究会 放射無線周波電磁界の電磁環境測定評価方法基準

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

安心安全電磁環境を実現するための
ケース・スタディ

2013年 3月 13日

【現在の建物の安全性の確保】

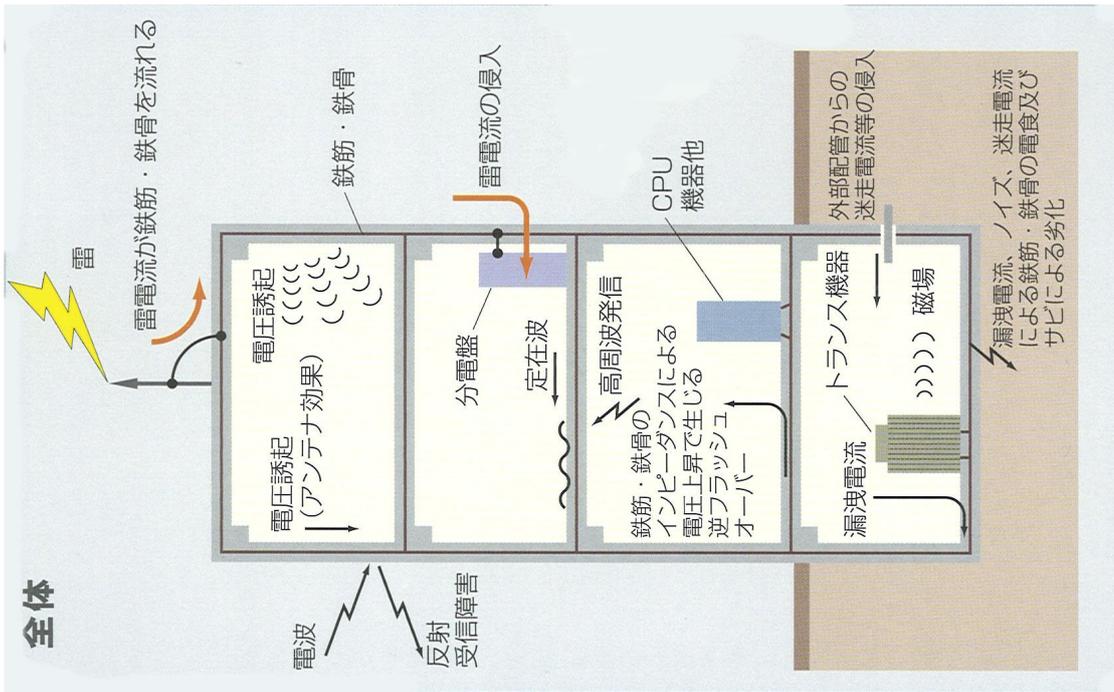
1. 建築基準法・消防法などの関連法規を準拠する。
2. 電氣的安全は、電気設備技術基準、内線規程・JISなどを準拠することによって安全性を確保している。

しかし、これらの法規・基準は、火災や感電の危険性をなくすためであり、ノイズ対策にはならない。



従来の法規準拠だけでは安心安全な電磁環境は構築できない。

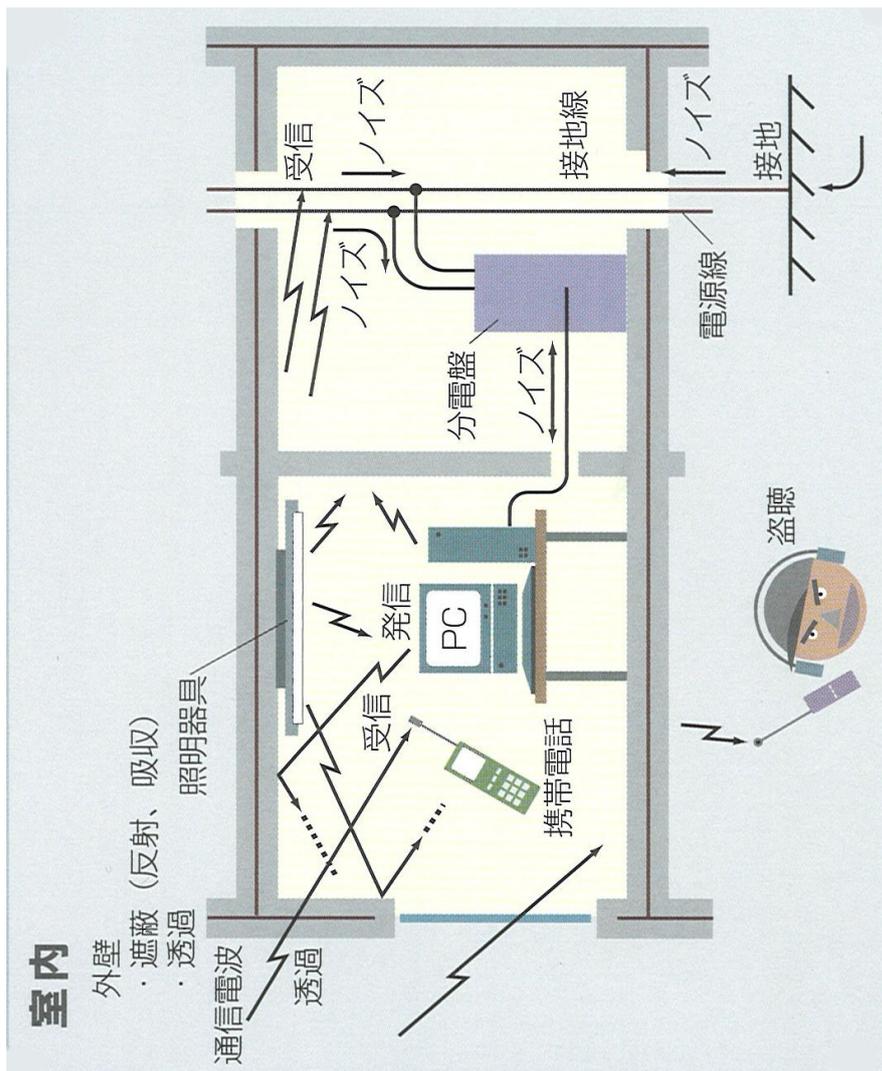
【従来からの建物環境】



【問題点】

1. 現在の避雷針設備は、避雷導線を鉄筋に溶接し積極的に鉄筋に雷電流を流す。
一方、建物に設置される電子・電気機器は、接地線や機器据え付け用のアンカーなどを介して鉄筋に接続されているため、雷電流により電子機器が損傷する。
2. 接地線を共通使用した場合、例えば、空調設備などのインバータ機器からの漏洩電流・高周波ノイズが鉄筋を介して建物内を循環し、他の電子機器に影響を与える。
3. ラジオ波や携帯波など建物内で受信したい電波が建物により反射し受信障害となる。
4. 外部配管は、鉄筋などに電氣的に接続されているため、外部から侵入する迷走電流（電車、工場、高圧鉄塔など）により機器の誤動作や電食の可能性ある。

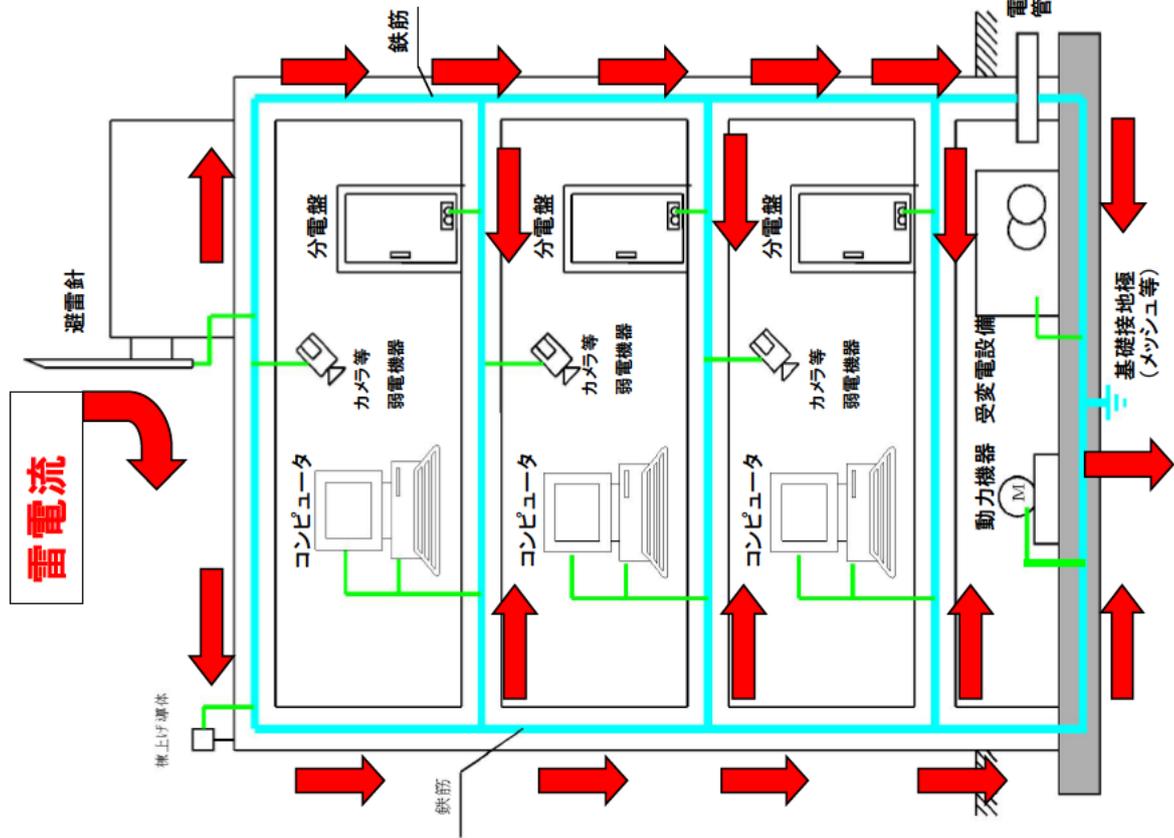
【従来からの建物室内環境】



[問題点]

1. 電力ケーブル・分電盤・照明器具からノイズが発生する。
2. 通信電波が建物内に透過し、機器に誤動作を発生させる。
3. 共通接地線からノイズが進入する。
4. 鉄筋を介して盗聴される。(テンペスト)

【従来からの雷対策の考え方(詳細)】



避雷針を鉄筋に接続して、積極的に雷電流を鉄筋に流す。

[考え方]

1. 鉄筋・鉄骨は、電気的に接続されているため、等電位と考え電位差が発生しない。
2. 鉄筋・鉄骨に分流するため、電子機器に雷電流が侵入するときは、安全な電圧・電流となる。

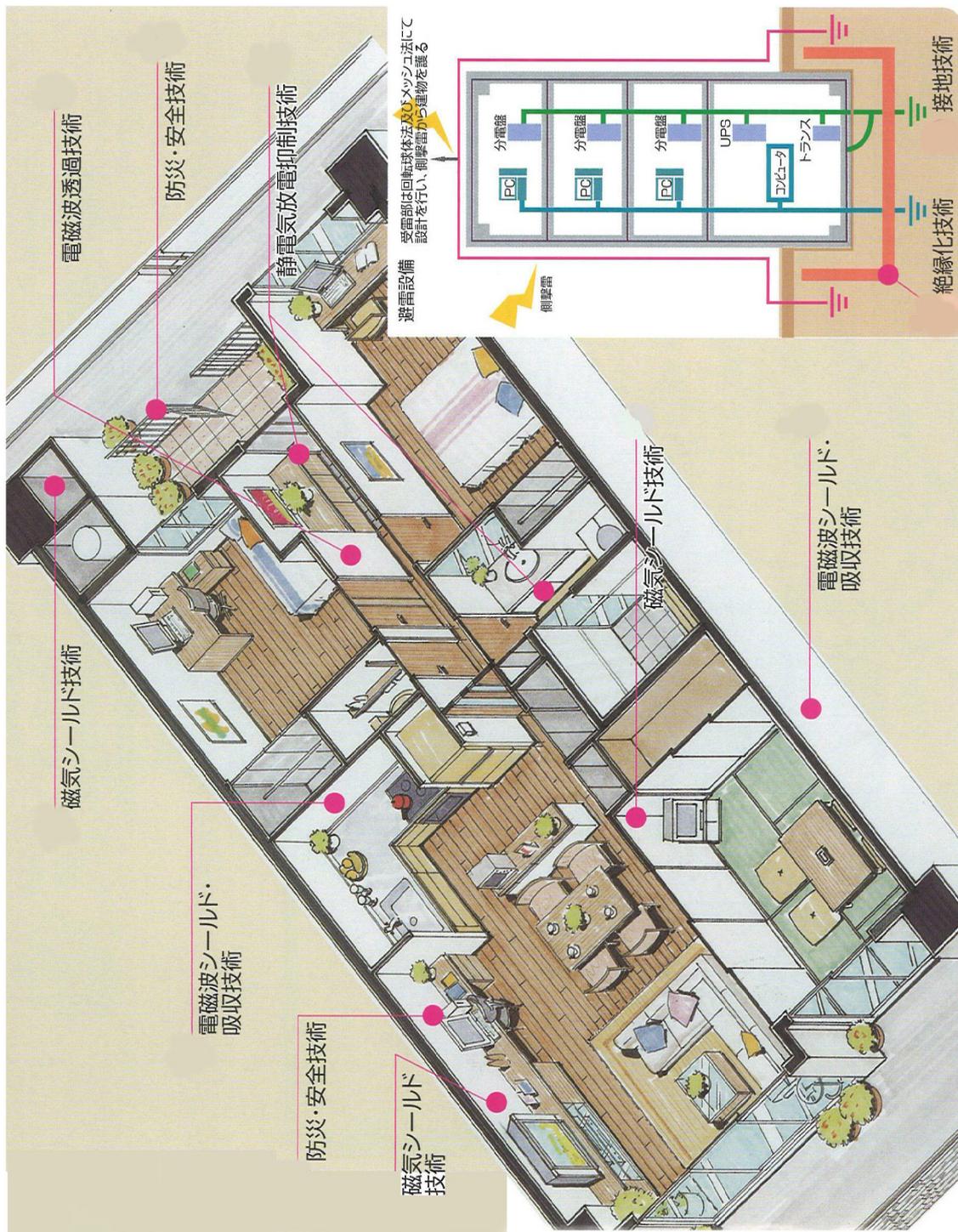
[問題点]

1. 鉄筋にもインピーダンスがあり 等電位ではなく、電位差が発生する。
2. 鉄筋のリアクタンス分Lは、雷電流など周波数の高い成分には、高抵抗となり雷電流が流れにくい。 $RL=2\pi fL$ (f: 周波数)

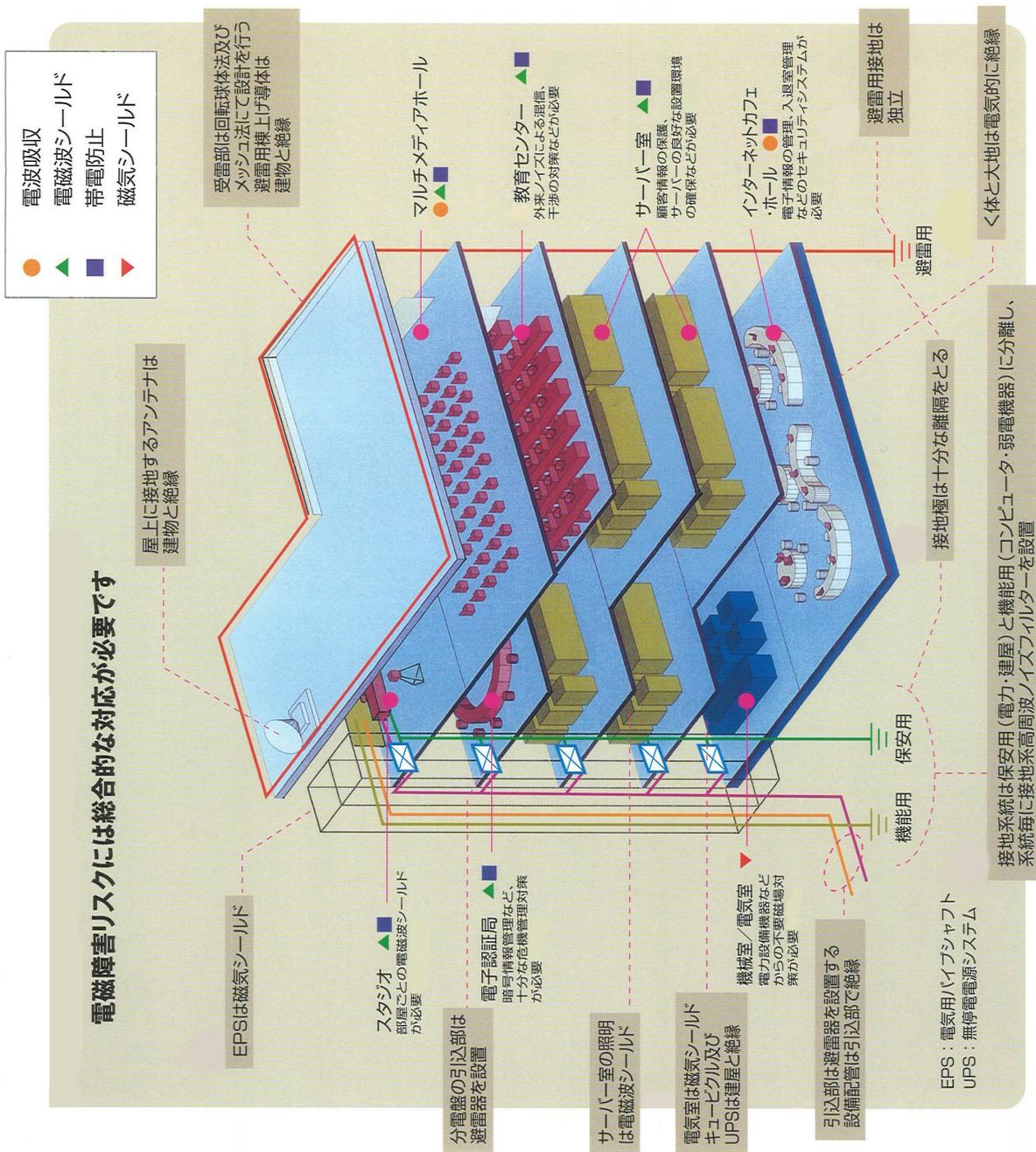
電力引き込み・ガス管等の金属配管

電位差が発生し、電子機器に影響を与える

【ロボット技術・情報技術の運用空間の実施例】 住宅タイプ

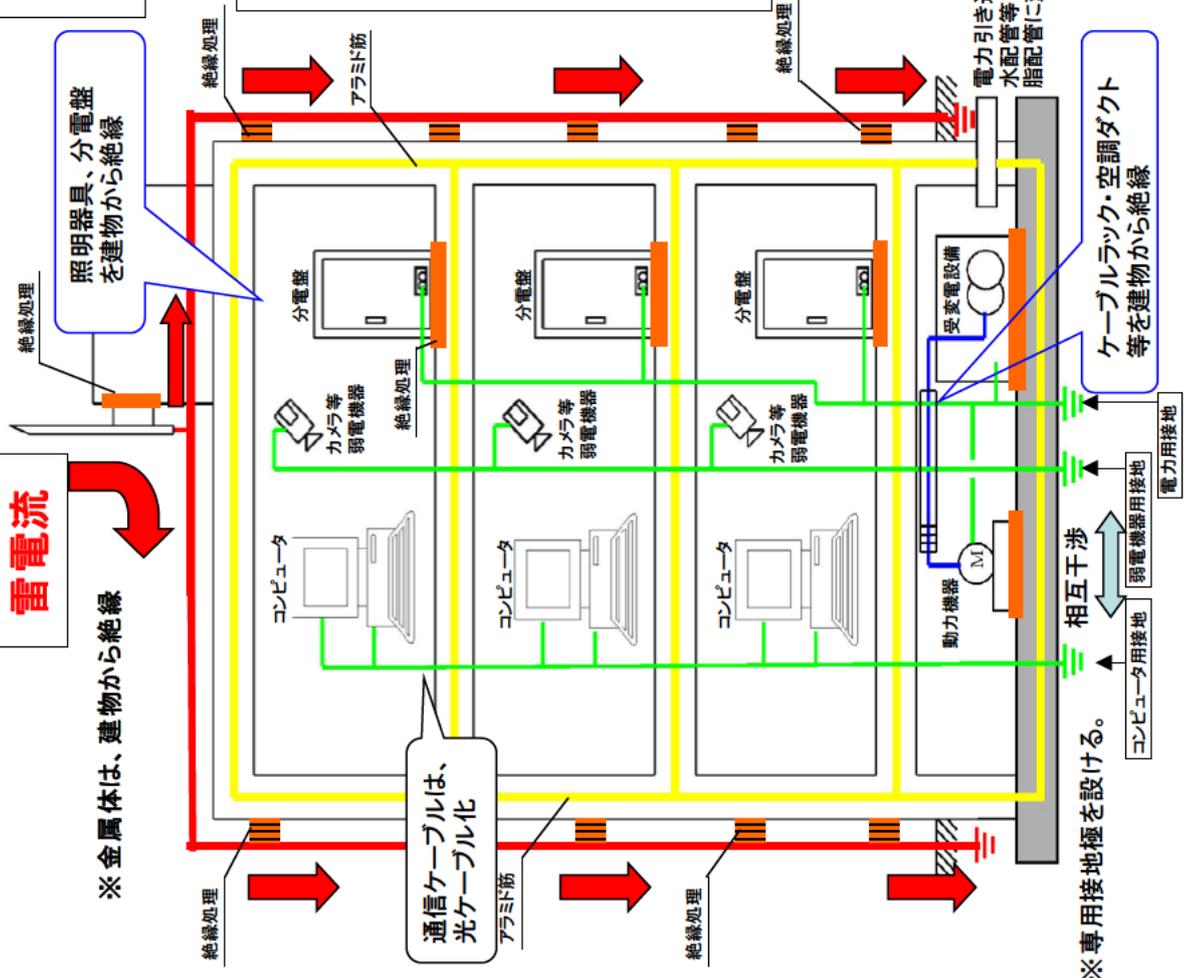


【ロボット技術・情報技術の運用空間の実施例】ビルタイプ



【独立避雷針・絶縁技術】

建物の主筋をアラミド筋とし、建物を絶縁化。避雷設備を建物から絶縁し、避雷針用の専用接地極をもうける。建物内の電気電子機器にも専用接地極を設ける。



[効果]

1. アラミド筋を使用し、避雷設備を建物から絶縁するため、主筋に雷電流が流れず、機器に影響を与えない。
2. 主筋が絶縁化され、専用接地極とすることで、漏洩電流・高周波ノイズが建物内を循環しない。(電子機器に影響を与えない。)
3. 絶縁化によりノイズ源が積極的に接地極に流れる。
4. 接地線にノイズフィルタ等を設置することで、容易にノイズ対策ができる。

[施工上の問題点]

1. 機器接地極との離隔が十分とれない場合は、相互干渉について検討が必要。
2. 高層ビルでは、独立避雷針の工法は、向き。

【必要要素技術】

電氣的・電磁的に安心安全な環境を構築するためには、以下の要素技術を取り入れ、適切な設計が必要となる。

接地技術	電力(建物)・ロボット用・避雷用などの用途ごとに接地系を独立させ、直撃雷、迷走電流、故障電流から電子機器をまもる。
絶縁化・非磁性化技術	建物基礎を大地から絶縁化し、誘導雷・迷走電流から電子機器をまもる。
電磁波シールド・吸収技術	電磁波シールド材・吸収材を適宜配置し、不要電磁波の室内への侵入、電子信号の漏洩、マルチパスを防止する。
伝導ノイズ抑制技術	光ファイバー等の採用により、不要電磁波の室内への侵入、電子信号の漏洩を防止する。
磁気シールド技術	磁場を発生させる機器の周囲に磁気シールド材を適宜配置し、低周波磁場から電子機器をまもる。
静電気放電抑制技術	コンピュータの誤動作の原因となる静電気を適切な部材選定にと接地技術によって低減する。
電磁波測定技術	電磁波測定技術は、電氣的、電磁的に安定した環境を構築するための基準値を測定する。
電磁波透過技術	必要な電波の通過場所を適切に配置し、必要電波を有効に利用できる環境を構築する。
防災・安全技術	情報セキュリティ・生活セキュリティをトータルシステムで構築する。

【安心安全電磁環境を実現するための具体的な対処法】

(1)避雷設備	
①独立避雷針	被保護物から離して地上に独立した突針を受雷部とする避雷設備。もしくは、建物から碍子等により絶縁した突針を受雷部とした避雷設備をいう。
②専用接地系の構築	避雷設備用の専用の接地極を設け、他の接地極との相互干渉を解消する。
③回転球体法	雷撃距離を半径とした球体を3つ以上の受雷部(大地含む)に同時に接するよう回転させたときに、球体表面の包絡面から被保護物側を保護範囲とする方法。 (北陸電力HPより)
(2)接地工事	
①接地極の相互干渉回避	複数本打った接地極同士が干渉しないよう十分な距離を取ったり、埋設深さなどを変えるなどにより相互干渉を解消する。
②接地極用ノイズフィルタの設置	例えば空調設備のインバータなどから流れ込む高周波ノイズを低減させるため、接地極にノイズフィルタを設置する。
③絶縁化	①分電盤、ケーブルラック、照明器具、空調ダクト等の金属体を建物構造体から絶縁する。 方法としては、絶縁板などを建物と間に設置し、絶縁アンカー等で固定するなどの方法がある。 ②建物構造体の鉄筋にかわりアラミド筋を採用する。
(4)ケーブル	①電力ケーブルは、より線、シールドケーブルを使用する。 ②制御ケーブルは、光ケーブルを使用する。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。
(5)空調機器類	①インバータを使用する場合は、PWM制御等、発生ノイズを低減した機器を使用する。 ②インバータノイズを低減するフィルタ等を使用する。
(6)搬送設備	①エレベータ用幹線は、特にノイズ源となるため、他のケーブルとは離隔をとる。 ②エレベータ用の専用接地極を設ける。

※これらの技術を組み合わせ、電氣的・電磁的に安心安全な環境の構築が必要。

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

産総研出版番号：AIST12-J00011

発行日：平成 25 年 3 月 28 日 （初版第 1 刷）

編集・発行：独立行政法人 産業技術総合研究所（知能システム研究部門）

連絡先：〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2

関連ホームページ：<http://d-eme.dependable.jp/>

無断転載を禁じます