

AIJES

Architectural Institute of Japan
Environmental Standard

日本建築学会環境規準

AIJES-X000X-200X

医療機関における電波利用機器に配慮した

建築ガイドライン・同解説

—医用テレメータ編—

*Guidelines and descriptions for building plan considering
the use of radio wave equipment on medical institution*

—For Wireless medical telemetry systems—

202X 年 X 月 XX 日 制定
日本建築学会環境工学委員会

(日本建築学会 発行)

本書のご利用にあたって

本書は、作成時点での最新の学術的知見をもとに、技術者の判断に資する技術の考え方や可能性を示したものであり、法令などの補完や根拠を示すものではありません。また、本書の数値は推奨値であり、それを満足しないことがただちに建築物の安全性、健康性、快適性省エネルギー性、省資源・リサイクル性、環境適合性、福祉性を脅かすものでもありません。ご利用に際しては、本書が最新版であることをご確認ください。本会は、本書に起因する損害に対しては一切の責任を有しません。

ご案内

本書の著作権・出版権は（一社）日本建築学会にあります。本書より著書・論文などへの引用・転載にあたっては必ず本会の許諾を得てください。

 〈学術著作権協会委託出版物〉

本書の無断複写は、著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を複写される場合は、学術著作権協会（03-3475-5618）の許諾を受けてください。

一般社団法人 日本建築学会

本規準作成関係委員（2020 年度）
（五十音順・敬称略）

環境工学委員会

委員長 持田 灯
幹 事 秋元 孝之 上野 佳奈子 大風 翼
委 員 （省略）

企画刊行運営委員会

主 査 岩田 利枝
幹 事 菊田 弘輝 望月 悦子
委 員 （省略）

建築学会環境基準作成小委員会

主 査 岩田 利枝
幹 事 菊田 弘輝 望月 悦子
委 員 （省略）

医療機関の電波利用に配慮した建築ガイドライン検討小委員会

主 査 遠藤 哲夫
幹 事 川邊 学
委 員 新 秀直 宇治川 智 小熊 直樹 川瀬 隆治
加納 隆 後藤 薫 榊原 宏行 鶴田 壮広
花田 英輔 吉野 涼二 村木 能也
オブザーバ 泉 敬介 池田 将也 大八木澄人 松宮 志麻
由本 聖

電磁環境運営委員会

主 査 遠藤 哲夫
幹 事 志田 浩義 鶴田 壮広
委 員 （省略）

執筆委員

1 章	目 的	遠藤 哲夫	川邊 学		
2 章	適用範囲	遠藤 哲夫	川邊 学		
3 章	医用テレメータの概要と電波的トラブルの要因	池田 将也	大八木澄人	村木 能也	
4 章	設 計	泉 敬介	宇治川 智	榊原 宏行	
5 章	施 工	泉 敬介	遠藤 哲夫	榊原 宏行	
6 章	評 価	川瀬 隆治	後藤 薫	鶴田 壮広	吉野 涼二

まえがき

電波を利用する情報通信機器は私たちの生活に欠かせないものになっている。これは医療機関においても同様である。電波を用いる医療電気機器や通信機器などが広く活用されることで、医療の質の向上や効率化に役立っている。

一方、電波管理等が適正になされていない場合は、医療機器のトラブル発生や、高度な医療 ICT システム導入時の弊害となるだけでなく、医療事故につながるものが危惧される。特に、医用テレメータならびに電子カルテ用の無線 LAN においては、電波不到達や干渉・混信など電波に関するトラブルが顕在化している。その要因は、これまでの調査で医療機関の建築・設備との関りが深いことが分かっており、多くの場合、設計段階で十分に配慮すれば解決できると考えられる。

以上の背景から、電磁環境運営委員会は、電波環境協議会、日本医療福祉設備協会臨時委員会「無線通信と電磁環境研究委員会」と協力して、医療機関における電波利用に配慮した建築計画について検討を進め、「医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説-医用テレメータ編」（以下、建築ガイドライン）を作成し発行した。

建築ガイドラインは、電波を管理する医療従事者（施設管理部門、情報システム部門、臨床工学技士、看護師など）、医療機器製造販売業者（医療機器メーカー/ベンダー）、建築設計者・施工者が施設計画段階から情報を共有することによって、電波を利用した医療機器を安心して使用するための電波環境を提供することを目的としている。建築ガイドラインが、医療機関内の電波に関するトラブルを未然に防ぐための一助となることを期待する。

Abstract

Information and communication devices that use radio waves have become indispensable to modern living, and this is especially true in medical institutions. Electronic medical and communication devices that use radio waves are common, and their use has become essential to the quality and efficiency of clinical care.

Unfortunately, when radio wave management is inappropriate, it can cause serious problems with medical devices and can interfere with the successful introduction of advanced medical ICT systems. In addition, inappropriate radio wave management can be a cause of medical accidents. In particular, medical telemetry systems and wireless LANs for electronic medical records can have problems related to radio waves, such as interference and the inability to reach a desired area. Research has shown that the main causes of these problems are closely related to the architecture of the facilities of medical institutions. In many cases, these problems can be solved by careful consideration in the design phase.

Based on the background above, the Electromagnetic Environment Steering Committee has been studying architectural plans that take into account the use of radio waves in medical institutions and has published "Guidelines and descriptions for building plan considering the use of radio wave equipment on medical institution -For Wireless medical telemetry systems-" (hereafter, "Architectural Guidelines") in cooperation with the "Committee for radio use promotion in medical institutions" of the Electro-Magnetic Compatibility Conference Japan (EMCC) and the "Wireless Communication and Electromagnetic Environment Research ad-hoc Committee" of the Healthcare Engineering Association of Japan. The purpose of the Guidelines is to provide an environment that ensures the safe use of medical equipment that promotes the effective use of radio waves through the sharing of information among members of the medical staff who manage the systems (departments for facility management, information systems, clinical engineers, nurses, etc.), medical equipment manufacturers/vendors, and the architects and construction companies, especially from the facility planning stage. The purpose of the guidelines is to provide a radio wave environment that will promote the safe use of medical devices that use radio waves through the sharing of critical information. It is our hope that these guidelines will help prevent problems related to radio wave use in medical institutions.

目 次

1. 目的	1
2. 適用範囲	3
3. 医用テレメータの概要と電波的トラブルの要因	4
3.1 医用テレメータの概要	4
3.1.1 テレメータ送信機（テレメータ端末）	4
3.1.2 アンテナシステム	5
3.1.3 セントラルモニタ	7
3.1.4 ベッドサイドモニタ	7
3.2 医用テレメータの電波的トラブルの要因	7
3.2.1 電波の受信強度不足	7
3.2.2 他機器からの電磁ノイズとの干渉	9
3.2.3 近接医療施設間での無線チャネル干渉	10
4. 設計	12
4.1 基本設計	12
4.1.1 医用テレメータの通信環境に関する情報共有	12
4.1.2 医用テレメータの通信障害に関する考え方	12
4.1.3 情報共有の体制と項目	15
4.2 実施設計	21
4.2.1 設備機器の選定	21
4.2.2 医用テレメータと設備配線との相互干渉検討（離隔距離の確保）	22
4.2.3 医用テレメータの通信障害防止検討	22
4.2.4 医用テレメータ用配線ルートの確保	23
5. 施工	26
5.1 医用テレメータの配線スペースの確保	26
5.2 配線工事を行う場合の注意事項	26
5.3 配管工事を行う場合の注意事項	28
6. 評価	29
6.1 共通事項	29
6.1.1 目的	29
6.1.2 測定周波数	29
6.2 受信アンテナを敷設する前の電波環境調査	29
6.2.1 測定量	29
6.2.2 測定方法	29
6.3 受信アンテナ敷設後の電波環境測定	33
6.3.1 測定量	33

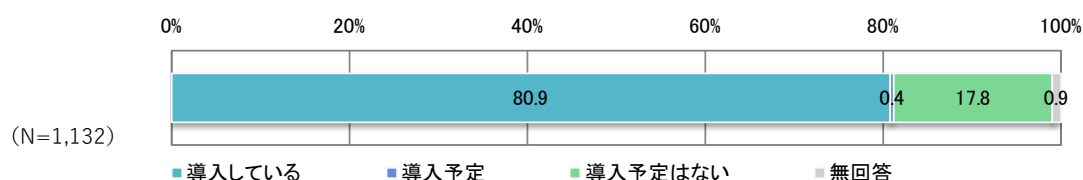
6.3.2	測定機器	33
6.3.3	診療サービス運用開始前の測定	33
6.3.4	診療サービス運用開始後の測定方法	42

1. 目的

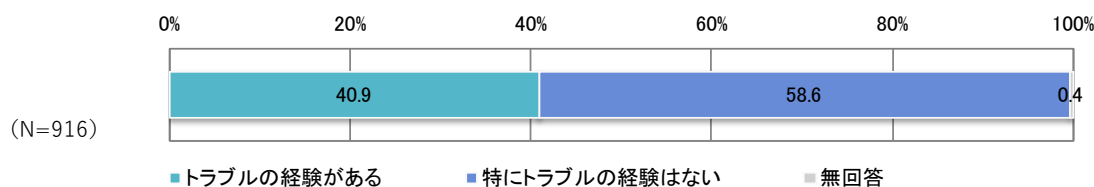
本規準は、医用テレメータ（総務省令電波法施行規則第 6 条第 4 項第 2 号(2)および一般社団法人電波産業会 標準規格 ARIB RCR STD-21 では、「医療用テレメータ」と定義される。本規準では一般的に呼称されている「医用テレメータ」と記述する。）を建物内に設置して運用する際に安定して無線通信を行うために、施設計画上注意すべき点や避けるべき事項を示すことを目的とする。

医療機関において電波を利用する機器の普及が拡大している。一方で医療機関における電波管理などが適正になされていない場合には、医療機器などにトラブルが生じることが危惧されている。

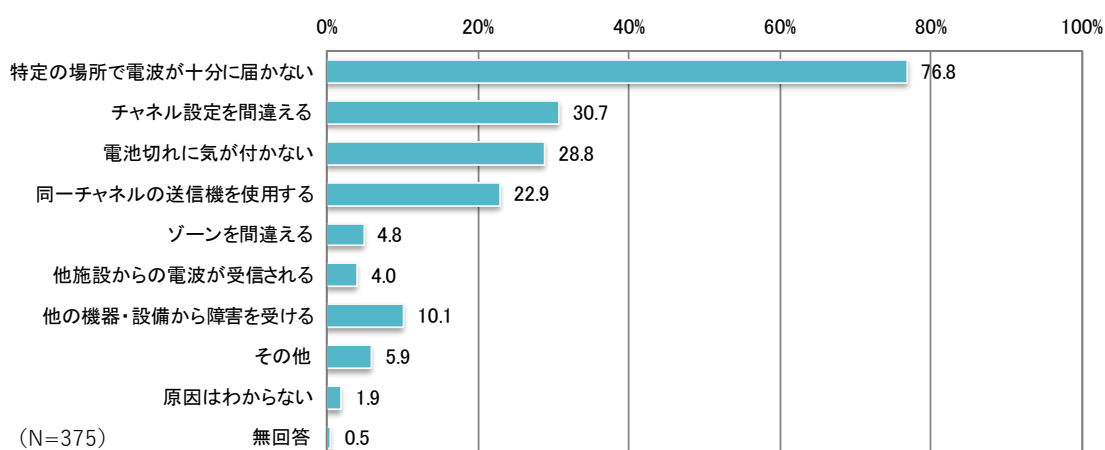
電波環境協議会が 2020 年 1 月に 3000 件の病院を対象に行ったアンケート調査結果を図 1.1 に示す。アンケート調査を行った 1132 件のうち 80.9%の医療機関が医用テレメ



(1) 医用テレメータの導入状況



(2) 医用テレメータのトラブル経験



(3) 医用テレメータのトラブルの原因

図 1.1 医用テレメータの利用状況に関するアンケート調査結果 ¹⁾

ータを導入している。また、電波に関するトラブルの経験について回答が得られた 916 件のうち 40.9%の医療機関において「トラブルの経験がある。」と回答している。

医用テレメータの電波的トラブルの原因は、「特定の場所で電波が十分に届かない (76.8%)」、「他施設からの電波が受信される (4.0%)」、「他の機器・設備から障害を受ける (10.1%)」など建築物や建築設備が原因となる電波的トラブルが上位を占めている。

このような背景から、日本建築学会電磁環境運営委員会では、医療機器の電波利用に配慮した建築計画検討小委員会を立ち上げ、「医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説ー医用テレメータ編ー」を作成した。

本ガイドラインは、医用テレメータを利用した生体情報モニタシステムなどの医療機器の無線通信を建物内で安定して運用するために建物の計画・設計・施工・評価において注意すべき点や避けるべき事項を示すことを目的としている。医療スタッフ（医療施設の施設管理部門、無線通信システムの管理者（臨床工学技士、看護師など））、医療機器製造販売業者（医療機器メーカー）、建築設計者・施工者がガイドラインの情報を共有することによって、電波を利用した医療機器を安心して使用するための電波環境が提供するための一助になると考えている。

2. 適用範囲

本規準は、医療機関において医用テレメータの受信障害を低減する為の建築計画、設備計画、設計（基本設計、実施設計）、及び受信状態を評価するための評価方法について規定する。

適用周波数帯域は、表 2.1 に示す医用テレメータに割り当てられた周波数とする¹⁾。

なお、上記周波数帯域外及び医用テレメータ以外の電波を利用する医療機器および情報通信機器、無線通話システムは本規準の適用範囲外とする。

医用テレメータは医療機関又は研究機関において利用される空中線電力 10mW 以下の特定小電力無線局であり、電波法および一般社団法人電波産業会が策定した「特定小電力無線局医療用テレメータ用無線設備(RCR STD-21)」、日本産業規格「心電図監視装置 JIS T 1304」の技術基準を満たした医用テレメータを用いれば、利用者は無線局の免許を受けずに使用することができ、無線従事者の資格を必要としない²⁾。医用テレメータの割当周波数を表 2.1 に示す。

表 2.1 医用テレメータの割当周波数³⁾

	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	BAN 型
電波形式	F1D,F2D,F3D F7D,F8D,F9D	F7D,F8D, F9D	F7D,F8D, F9D,G7D	F7D,F8D, F9D,G7D	F7D,F8D, F9D,G7D	F7D,F8D, F9D,G7D
周波数 (MHz)	420.0500 - 421.0375	420.0625 - 421.0125	420.0750 - 420.9750	420.1000 - 420.9000	420.3000, 420.8000	420.3000, 420.8000
	424.4875 - 425.9750	424.5000 - 425.9500	424.5125 - 425.9125	424.5375 - 425.8375	424.7375, 425.2375, 425.7375	424.7375, 425.2375, 425.7375
	429.2500 - 429.7375	429.2625 - 429.7125	429.2750 - 429.6750	429.3000 - 429.6000	429.5000	429.5000
	440.5625 - 441.5500	440.5750 - 441.5250	440.5875 - 441.4875	440.6125 - 441.4125	440.8125, 441.3125	440.8125, 441.3125
	444.5125- 445.5000	444.5250 - 445.4750	444.5375 - 445.4375	444.5625 - 445.3625	444.7625, 445.2625	444.7625, 445.2625
	448.6750 - 449.6625	448.6875 - 449.6375	448.7000 - 449.6000	448.7250 - 449.5250	448.9250, 449.4250	448.9250, 449.4250
	12.5 kHz ステップ	25 kHz ステップ	50 kHz ステップ	100 kHz ステップ	—	—
空中線電力 (W)	0.001				0.01	0.0001
通信方式	単向通信方式					単信又は同 報通信方式
占有周波数帯 幅の許容値	8.5 (kHz)	16 (kHz)	32 (kHz)	64 (kHz)	320 (kHz)	230 (kHz)
チャンネル数	480	234	114	54	12	12

3. 医用テレメータの概要と電波的トラブルの要因

3.1 医用テレメータの概要

医用テレメータは、電波を利用して心電図・呼吸などの患者の生体情報をナースステーションのセントラルモニタなどの離れた場所でモニタリングすることが可能な医療機器である⁴⁾。

医用テレメータは、センサ、送信機、アンテナシステム、セントラルモニタで構成される。医用テレメータの装置構成として図 3.1.1 にアンテナシステムがホイップアンテナによるマルチアンテナ方式の場合の構成例、図 3.1.2 にアンテナシステムが漏えい同軸ケーブルアンテナ方式の場合の構成例を示す。

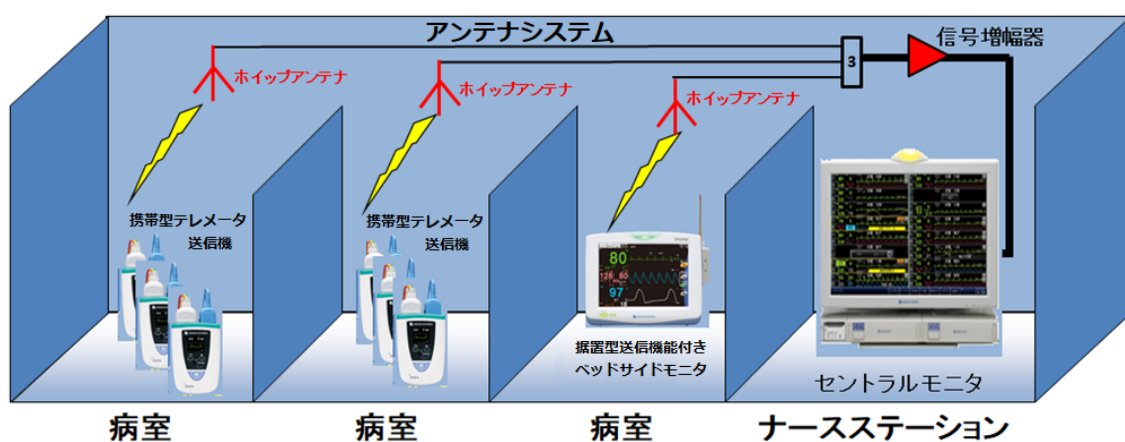


図 3.1.1 医用テレメータ構成例（ホイップアンテナによるマルチアンテナ方式）

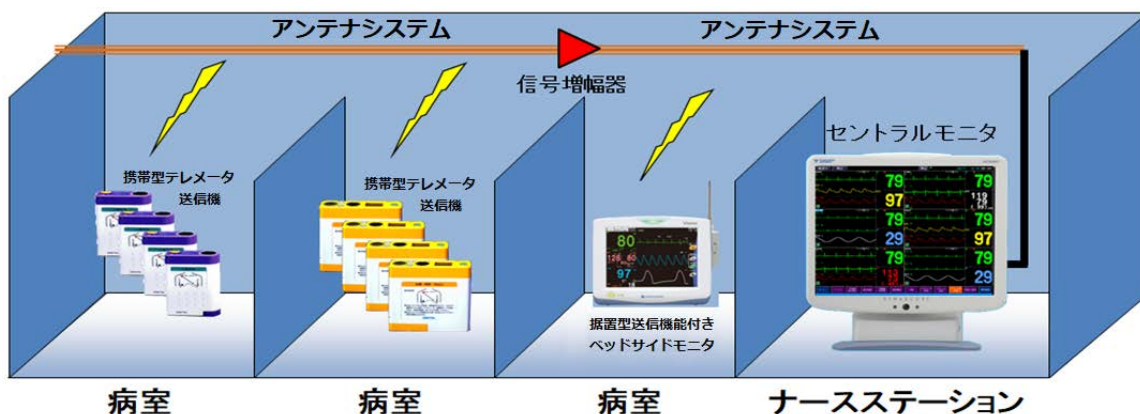


図 3.1.2 医用テレメータ構成例（漏えい同軸ケーブルアンテナ方式）

3.1.1 テレメータ送信機（テレメータ端末）

医用テレメータのセンサは、心電図、動脈血酸素飽和度、非観血式血圧など、生体情報を計測する機能を有する。通常、センサと送信機は一体であり、総称してテレメータ送信機（テレメータ端末）と呼ばれる。テレメータ送信機には、携帯型と据置型の2種に分類される。

① 携帯型テレメータ送信機

携帯型テレメータ送信機は、患者の生体情報を計測するためのセンサを送信機に接続して使用する小型の無線システムである。生体情報はデジタル変調し電波として空中に送信される。

携帯型テレメータ送信機を利用することで、患者は病室内・トイレ・検査室・食堂などに自由に移動することが可能となる。また、検査室やリハビリ室で利用する場合、検査やリハビリへの支障をきたすことなく生体情報をモニタリングすることができる。携帯型テレメータ送信機は電池で作動し、約 1 日から 7 日間の頻度で電池交換を行う必要がある。

② 据置型テレメータ送信機

据置型テレメータ送信機は、ベッドサイドモニタに付属する送信機であり、ベッドサイドモニタより得られた生体情報を電波として空中に送信する無線システムである。ベッドサイドモニタは、主にベッドから自力で離れることができない重症度の高い患者に用いられる。ベッドサイドモニタと据置型テレメータ送信機の組み合わせは送信機能付きベッドサイドモニタと呼ばれ、これらは交流電源で作動するため電池交換は不要である。

3.1.2 アンテナシステム

センサで計測された生体情報は、テレメータ送信機から連続送信され、病棟の天井裏などに設置されたアンテナシステムで受信する。アンテナシステムは、テレメータ用アンテナ及びアンテナ配線（必要に応じて分配器及び信号増幅器を用いる）で構成され、漏えい同軸ケーブルアンテナ方式とマルチアンテナ方式に分類される。

① マルチアンテナ方式

マルチアンテナ方式とは、テレメータカバーエリア内に適当な間隔で配置した複数の受信用アンテナを、同軸ケーブルと集合器を用いて集合するアンテナシステム方式をいう。

図 3.1.3 に同軸ケーブルを 2 分配し、さらに 4 分配して 8 台のアンテナで構成した場合のマルチアンテナ方式の部材例を示す。

② 漏えい同軸ケーブルアンテナ方式

漏えい同軸ケーブルアンテナ方式とは、テレメータカバーエリア内を複数の漏えい同軸ケーブルと集合器（分配器は集合器としても作動します）を用いて集合するアンテナシステム方式をいう。

図 3.1.4 に漏えい同軸ケーブルを 2 分配した場合の漏えい同軸ケーブルアンテナ方式の部材例を示す。

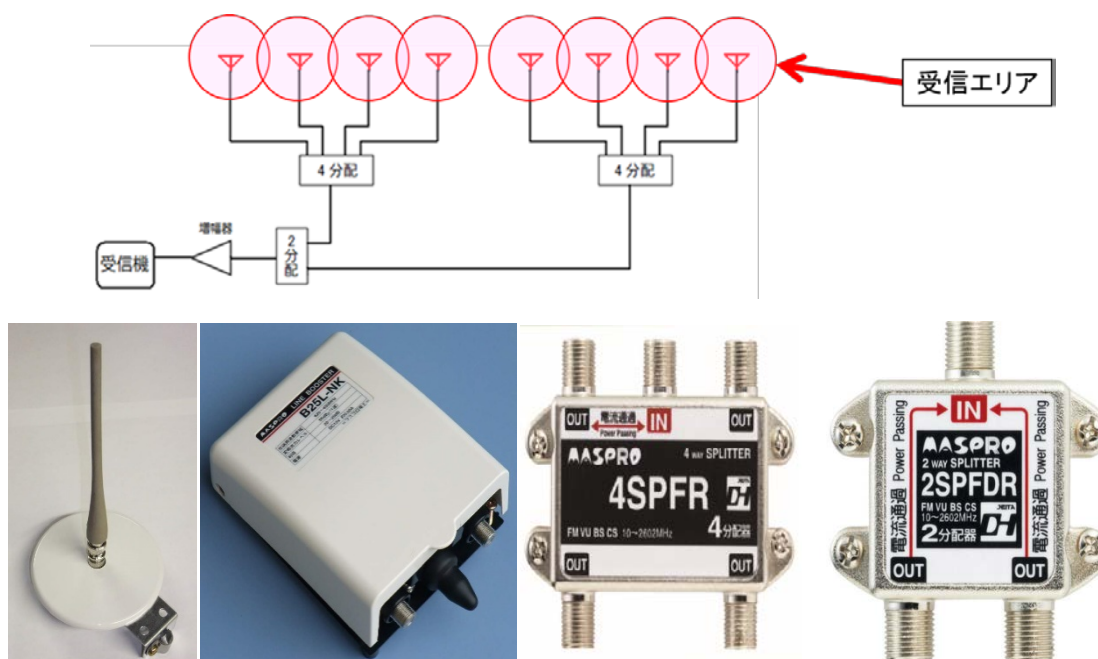


図 3.1.3 マルチアンテナ方式部材例

(上段：構成例 下段：左からアンテナ、信号増幅器、4 分配器、2 分配器)
(分配器は集合器としても作動します)

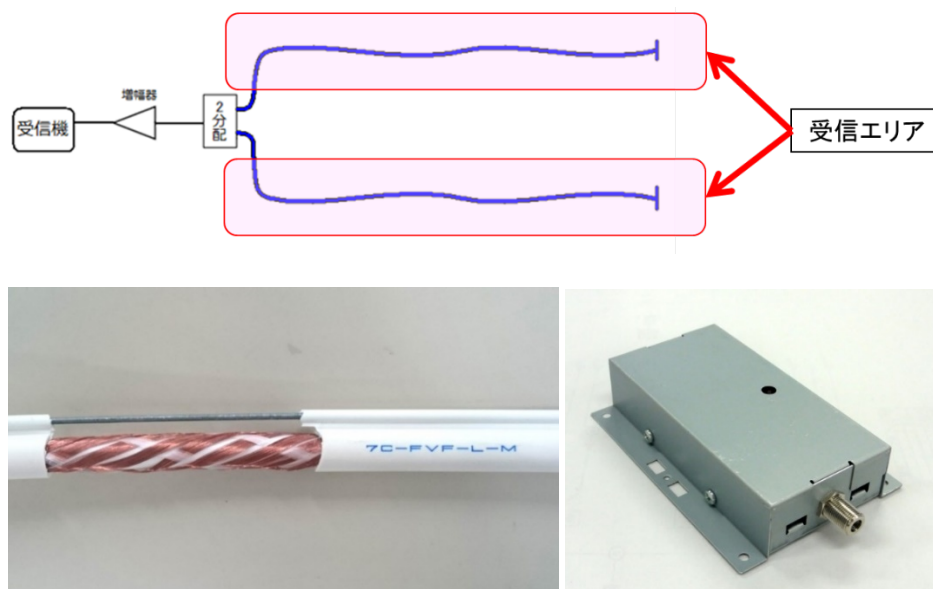


図 3.1.4 漏えい同軸ケーブルアンテナ方式部材例

(上段：構成例 下段左：漏えい同軸ケーブル、下段右：信号増幅器)
(分配器は集合器としても作動します)

3.1.3 セントラルモニタ

アンテナシステムで受信した生体情報はセントラルモニタ内のテレメータ受信機で受信し、分析した情報をセントラルモニタに伝達する。セントラルモニタは、主にスタッフステーションに設置される装置であり、携帯型テレメータ送信機を装着した患者らの生体情報及び送信機の付帯情報（数値情報・電池情報・ナースコールなど）をリアルタイムで表示するモニタ装置である。患者の容態に何らかの異常があった場合、アラーム音などで医療従事者に知らせる機能を持つ。

3.1.4 ベッドサイドモニタ

ベッドサイドモニタは、主に患者のベッドサイドに設置される装置で、患者の心電図、動脈血酸素飽和度、非観血式血圧などの生体情報を継続的に測定・処理し、その結果を表示するモニタ装置である。セントラルモニタと同様に患者の容態に何らかの異常があった場合にアラーム音などで医療従事者に知らせる機能を持つ。さらに、送信機能付きベッドサイドモニタではモニタ上に表示する生体情報を、セントラルモニタに表示することができる。

3.2 医用テレメータの電波的トラブルの要因

医用テレメータを安定して通信するための指標となるのが、C/N 比である。C/N 比 (Carrier to Noise Ratio : 搬送波対雑音比) は伝送系における搬送波の受信強度 (C) と電磁ノイズ (N) との大きさの比であり、通常デシベル (dB) で表される。医用テレメータの製造販売業者や機種によって必要な C/N 比は異なるが、安定して通信するためには必要な強度の搬送波を確実に受信すると共にテレメータ受信機で受信する電磁ノイズが低い環境を確保する事が重要である。

医用テレメータに関するトラブル事例として、①電波の強度不足、②他機器からの電磁ノイズとの干渉、③近接医療施設間で利用される医用テレメータとの無線チャネル干渉が示されている⁵⁾。

3.2.1 電波の受信強度不足

医用テレメータを利用する環境では、「物理的に送信機と受信アンテナの距離が遠い（距離減衰）」、「送信機と受信アンテナの間に建築部材・設備配管など電波を遮へいする特性を持つ材料がある」、「人の影響により電波が減衰する」、「電池切れ（携帯型テレメータ送信機から電波が送信されていない）など様々な原因によって電波の受信強度が不足することが確認されている。この様なケースでは、搬送波の受信強度が低下し、医用テレメータの正常作動に必要な C/N 比が得られずにトラブルが発生することが考えられる。

医療機関の外壁は、マンションや事務所ビルなど一般の建物と同じ建築部材が利用されている。鉄筋コンクリートや金属カーテンウォールなどはそれ単体では電波を遮へいする

(通しにくい) 特徴を持つが、外装窓が電波を通しやすいため、携帯電話など屋外に基地局がある場合でも屋内で電波を利用することができる。一方、医療機関の内装壁は、診察室、検査室、病室など一般の建物にも利用される軽量下地＋ボード貼り工法が利用される室と、X線検査室、MRI検査室などに利用される鉛貼り石膏ボードや電磁シールドなどの特殊な

表 3.2.1 医療機関で使用する建築部材の電波を遮へいする度合

部位	建築部材	電波を遮へいする度合の程度	備考
外壁	鉄筋コンクリート	中	鉄筋コンクリート造の外壁
	ALC パネル・押出成形セメント板	中	鉄骨造の外壁
	カーテンウォール (PC 版)	中	鉄骨造の外壁
	金属カーテンウォール 金属断熱サンドイッチパネル	中	鉄骨造の外壁
	ガラス窓 (フロートガラス)	低	外装窓
	ガラス窓 (Low-e ガラス)	低～中	外装窓
床	鉄筋コンクリート (デッキプレート下地なし) + 床仕上	中	鉄筋コンクリート造の床
	鉄筋コンクリート (デッキプレート下地あり) + 床仕上	中～高	鉄骨造の床
内装壁	軽量下地＋ボード貼	低	診察室、検査室、病室、手術室、トイレなど
	軽量下地＋鉛貼り石膏ボード	中	X線検査室、RI 室、心カテ室、放射線治療室、手術室など
	スチールパーティション	中	ICU、HCU、医局など
	電磁シールド	高	MRI 検査室、脳波検査室など
	鉄筋コンクリート	中	エレベータシャフト、機械室など
	鉄製扉 SD、LSD (窓なし)	中～高	診察室、検査室、病室、手術室、トイレなど
天井	鉄製扉 SD、LSD (窓あり)	低～中	診察室、検査室、病室、手術室、トイレなど
	鉄筋コンクリート (デッキプレート下地なし) + 床仕上	中	鉄筋コンクリート造の天井 (構造)
	鉄筋コンクリート (デッキプレート下地あり) + 床仕上	中～高	鉄骨造の天井 (構造)
	軽量下地＋ボード貼	低	診察室、検査室、病室、手術室、トイレなどの天井 (仕上)
その他	電磁シールド	高	MRI 検査室、脳波検査室など
	金属製什器、キャビネット	中	関係者ステーション、医局など

※遮へいする度合の程度：低＝10dB 未満、中＝10dB～30dB 程度、高＝30dB 以上

内装壁が利用される室が混在している。これらは、仕上げの見た目では区別がつかないが、電波伝搬に対しては大きな影響を与える。表 3.2.1 に医療機関で一般的に使用されている建築部材と電波を遮へいする性能を示す。病室などに利用される鉄製扉は金属板であり電波遮へい量が高い。電波遮へい量は、医用テレメータの送信機から発信した電波が建物の部材などに入射した電波強度と部材を透過した電波強度の比であり、通常デシベル (dB) で表され、電磁シールド性能、電波減衰量とも呼ばれる。

医用テレメータで使用する周波数帯は 400MHz 帯であり波長が 75cm 程度になるため建物内の電波伝搬を検討する際には上記の電波遮へい量だけでなく回折波の影響を考慮する必要がある。この場合は電波シミュレーションなどの数値解析が有効な手段となる。

また、アンテナシステムは、天井裏に配置されることが多いため、空調用ダクトやケーブルラックなど金属体で構成される設備配管の近くに配置するとアンテナ特性が変化し、電波の受信強度が弱い方向ができる可能性がある。この場合も「電波が届かない」一因となる。

3.2.2 他機器からの電磁ノイズとの干渉

医用テレメータの無線チャンネルは 1000 番単位で以下の周波数帯域に分類されている。

- ・ 1000 番台：420.0500MHz～421.0375MHz
- ・ 2000 番台：424.4875MHz～425.9750MHz
- ・ 3000 番台：429.2500MHz～429.7375MHz
- ・ 4000 番台：440.5625MHz～441.5500MHz
- ・ 5000 番台：444.5125MHz～445.5000MHz
- ・ 6000 番台：448.6750MHz～449.6625MHz

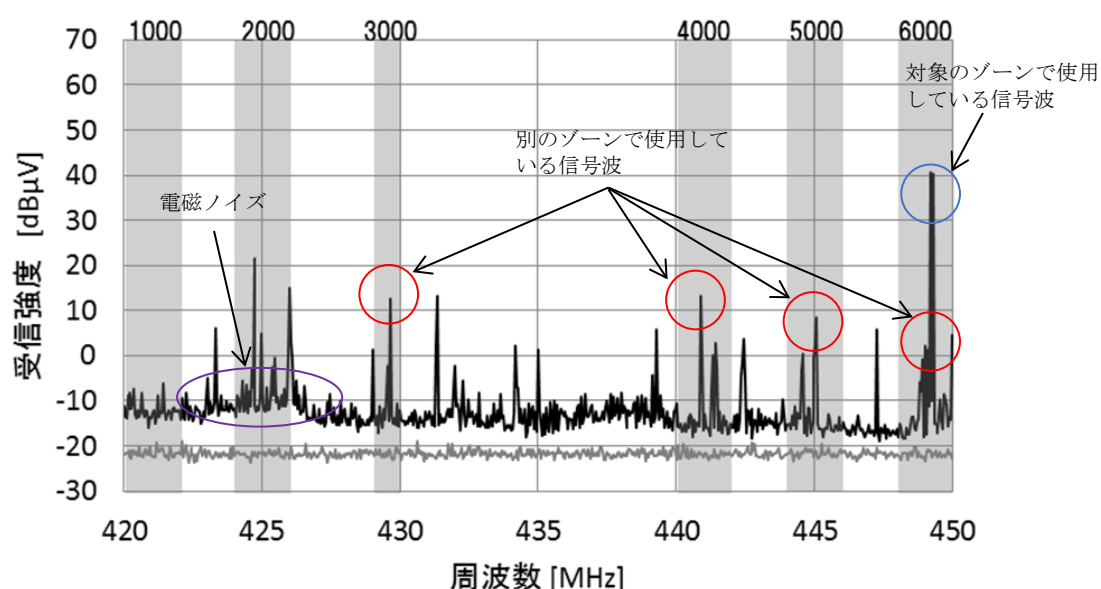


図 3.2.1 420MHz～450MHz におけるセントラルモニタの受信強度測定例

図 3.2.1 に実際の医療施設で利用する生体情報モニタの電波受信部にスペクトラムアナライザを接続して得られた受信強度の周波数特性を例として示す⁵⁾。調査を行った病棟において受信アンテナのカバーエリアを対象としたゾーンでは 6000 番台のチャンネルを利用しており 40dB μ V 程度の受信強度が確認された。一方、調査結果では電磁ノイズや別のゾーンで使用する電波が確認されている。

ここで、電磁ノイズや別のゾーンで利用する電波は、利用している医用テレメータにとっては電磁ノイズであり、利用するチャンネルの電波と干渉すると C/N 比が低下（電磁ノイズ：N が増加）するため、安定した通信が行えない場合がある。特に、搬送波の受信強度が弱い環境では、相対的に電磁ノイズの影響を受けやすいため電波的なトラブルが発生する可能性が高くなるため注意が必要である。

表 3.2.2 に医用テレメータで受信障害が発生する原因となる機器の例を示す。照明器具や無線 LAN アクセスポイントなど高周波電源を利用する機器から発生する電磁ノイズやナースコール集合装置や有線テレビジョン放送の配信ケーブルなど 400MHz 帯の電波を利用して通信する機器と混信することが報告されている。

近年の設備機器は、省エネの観点からインバータなど（商用周波数を変換し高周波とした機器）を使用した機器が増えている。インバータのキャリア周波数は kHz 帯であっても高調波が数百 MHz 帯で発生することがあり、医用テレメータの周波数帯におけるノイズ源になることがある。また、ノイズを発生する機器が負荷として接続される配電系統は、機器で発生したノイズが伝導性ノイズとして配電線を伝搬するため、ノイズを発生する機器を使用した場合は配電線路全体がノイズの発生源となるので注意が必要である。

表 3.2.2 受信障害の原因となった設備機器の例

干渉波源	分類
LED 照明器具	ノイズ障害
無線 LAN アクセスポイント	〃
ナースコール集合装置	〃
患者名廊下表示装置	〃
保安監視カメラ	〃
有線テレビジョン放送の配信ケーブル	混 信
非観血血圧モニタ（無線通信式）	〃
分娩監視装置（無線通信式）	〃
無線式離床センサシステム	〃
徘徊検知ゲート	〃
温度計測データロガー	〃

3.2.3 近接医療施設間での無線チャンネル干渉

近接した医療施設からの電波の影響により、同一無線チャンネルを誤受信したり、受信障害による生体モニタへの悪影響が生じたりすることが報告されている⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

近接の**医療施設**と言っても数百メートル以上も離れた**医療施設**間で干渉があった事例も報告されており、予想以上に遠くからの**医療施設**の電波が飛来している可能性があるので注意を要する。

多くの場合、電波の強い自院の信号を表示するので、他院の信号で表示波形が入れ替わるような医療トラブルとなる可能性は低い。しかし、**医療施設**が高層階同士の場合など、建物間に障害物がないため、近接した**医療施設**の医用テレメータの電波が減衰せずに到来し、自院の医用テレメータと干渉するケースがある。このようなトラブルは、患者が一時帰宅し不在の場合や、携帯型テレメータ送信機の電池交換のために送信を停止した場合、送信機が存在していないはずの無線チャネルを受信した場合などに、本来は表示する事のない波形をセントラルモニタが表示し干渉が発覚することが多い。なお、このようなトラブルは、両**医療施設**で使用している医用テレメータの製造販売業者が同じ場合にのみ発生し、異なる製造販売業者の医用テレメータを利用している場合は機器側で対応するため干渉は生じない。

対策としては、両**医療施設**間で協議し、それぞれが使用する無線チャネルを取り決めておくことが有効である。また最近の医用テレメータシステムにはグループ ID やホスピタル ID 機能をもったものがあり、この機能を併せて使うことでより改善される。

4. 設計

4.1 基本設計

医用テレメータが利用される医療機関の基本計画・基本設計においては、建築設計者、医療関係者などは、医用テレメータ及びそのシステムが適切に構築され、正常に作動し、また問題なく運用できるように配慮しておくことが望ましい。そのためには、医療機器製造販売業者と情報を共有し、適切なプランニングに努める。

4.1.1 医用テレメータの通信環境に関する情報共有

医用テレメータが利用される医療機関の基本計画・基本設計においては、医用テレメータの通信障害が生じないように、適切な通信環境を整える。そのためには、医用テレメータの設置要件や建物の意匠図、構造図、設備図など、係る情報を関係者間（建築設計者、医療関係者及び医療機器製造販売業者）で共有し、アンテナシステムの配置や配線経路、及び建物内の電波環境などの計画を適切に行うことが望ましい。

医用テレメータが利用される医療機関において、その通信障害および設計・施工上の非合理性・非効率性を避けるために、基本計画・基本設計段階から考慮しておくべき基準を提供する。当該の考慮とは、医用テレメータが正常に作動するための設置要件を満たすことであり、必要となるアンテナシステムの配置や配線経路、その周囲環境更には、医用テレメータを備えた患者の移動範囲などが挙げられる。

移動する患者との無線通信は、その間に介在する建材（壁や扉などの建具など）や什器などによって阻害されうる。また受信アンテナに近接する金属物や設備は、その性能を変化させ、また通信障害の原因となる電磁ノイズの発生源になる場合もある。またこれらは使用する医用テレメータの性能などにも依存する。

このことから、医用テレメータが利用される医療機関の基本計画・基本設計においては、できるだけ早期の段階から、建築設計者、医療関係者及び医療機器製造販売業者の間で、医用テレメータの設置要件や建物の意匠図、構造図、設備図などの情報を共有し、大幅な計画変更や設計変更が生じないようにすることが合理的である。

4.1.2 医用テレメータの通信障害に関する考え方

医用テレメータが利用される医療機関の基本設計においては、後に実施される医用テレメータの回線設計が適切に実施可能なように配慮しておくことが望ましい。具体的には、患者の移動範囲と受信アンテナの通信可能範囲、アンテナシステムの配置や配線経路、使用する建材や建具、近接する設備機器などが挙げられる。

回線設計は、通信障害が生じないように、アンテナシステムの方式、配置や配線経路を決定するためのものであり、建築環境に関する通信障害の基本的な考え方を理解しておくことが望ましい。

医用テレメータの通信障害の主な要因は以下の通りである。

(1) 電波の受信強度不足

電波の受信強度は、医用テレメータを装着している患者と受信アンテナの離隔距離、及びその間に介在する遮へい物の電気的特性などに依存する。電波の受信強度が所定の受信感度を下回ると通信障害を生じる。通信障害を避けるためには、患者の動線を考慮し、建材建具が通信を阻害しない位置に受信アンテナが設置できるように計画することが望ましい。特に金属製の天井パネルや扉など、通信を阻害する可能性が高い建材を採用する場合には注意を要する。また、金属製の建材は、患者と受信アンテナの間に介在しない場合であっても、電波を強く反射し、フェージングと呼ばれる受信強度を低下させる現象を引き起こす原因となる。受信アンテナの配置計画においては、受信強度に必要なマージンをもって回線設計を行う必要がある。フェージングへの対策として、複数の受信アンテナを使用した方式（アンテナダイバーシティ）もある。この場合、複数の受信アンテナを設置や敷設するためのスペースや経路を確保する。

携帯型テレメータ送信機は患者が装着するものであり、建築側、特に設計の段階で考慮することは難しいが、建築設計者は送信機が正しく装着されることを前提として、想定される患者の移動範囲に則って計画を行うことが原則となる。これらの前提条件は関係者間で認識され、共有することに努める。その上で、回線設計に合理的な範囲のマージンを見ることが望ましい。送信機を装着する患者のボディエフェクト（患者自身の遮へい効果や送信アンテナの特性変化など）に対するマージンについても同様である。

(2) 医用テレメータ（アンテナシステム）の不適切な敷設

適切な位置に受信アンテナが設置されている場合であっても、金属製の周辺物の影響によって、所定のアンテナ性能が得られない場合がある。例えば、金属製のパネルやラックが受信アンテナ（の素子）に接触または近接している場合には、本来得られるべきアンテナ利得や指向性が変化し、受信（電圧）レベルを低下させる。受信アンテナと金属製の建材との離隔距離は 30cm 以上確保することが望ましい。このため、特に、漏えい同軸ケーブルアンテナ方式を採用する場合、その漏えい同軸ケーブルを金属製のラックなどに乗せないようにする必要がある。金属製のラックなどとの近接が避けられない場合には、その部分を漏えい同軸ケーブル以外のケーブル（通常同軸ケーブルなど）に置き換えるなどの対応を検討する。

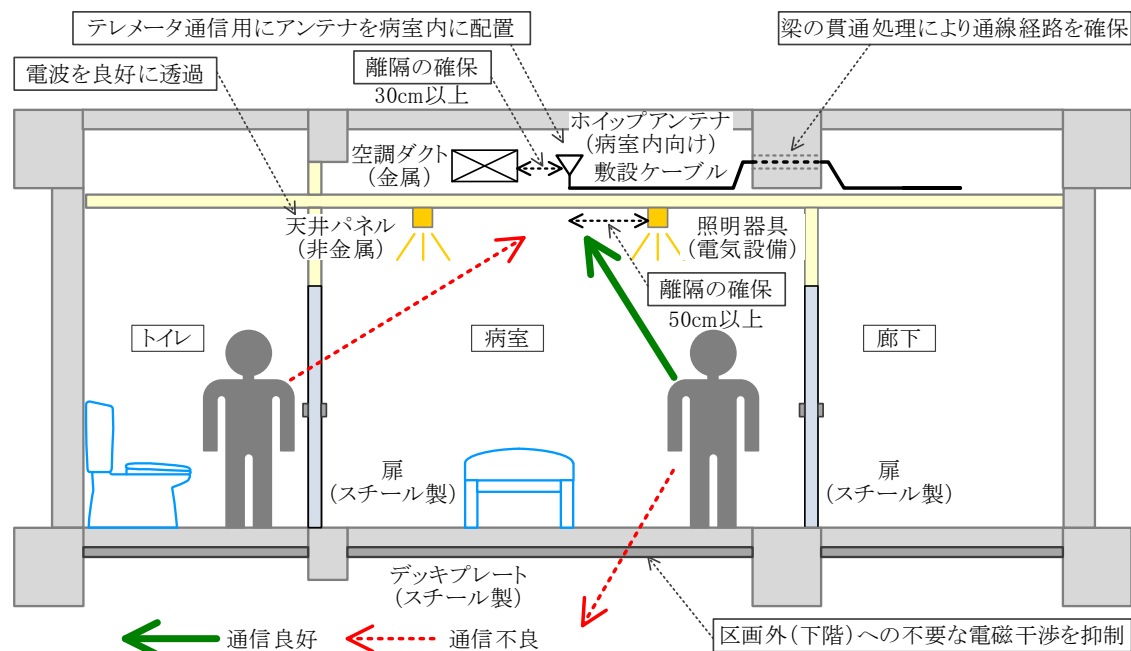
(3) 他機器からの電磁ノイズとの干渉

受信アンテナが適切に設置され、所望の受信強度が確保された状態であっても、ノイズ成分の混入により通信障害が生じる場合がある。その他の無線通信設備や電気設備が生じる電磁ノイズの帯域が医用テレメータの使用電波の周波数帯と重なる場合、通信エラーが増加し、通信障害を生じる。その他の無線通信設備の場合には、使用電波の周波数帯域や利用区画の管理を適切に行うことで、不要な電波干渉（通信障害）を避けることが可能である。他方、電気設備が生じる不要な電磁放射の場合、その程度は製品によって異なる。極力、

電磁環境に配慮された設備機器を採用することに努め、また可能な限り離隔距離を確保しておくことが有効である。この離隔距離は 50cm 以上確保することが望ましい。場合によってはノイズを発生する設備機器側でノイズ抑制対策をとることも検討する。

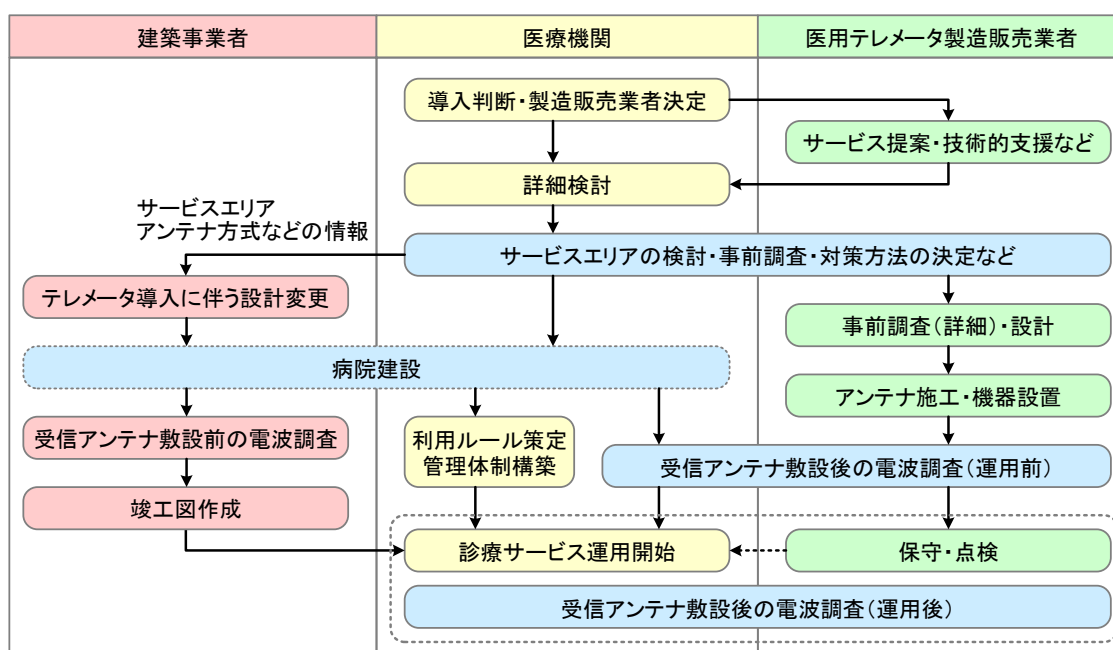
以上では、医用テレメータにおける通信障害の主な原因とその考え方を記した。図 4.1.2.1 はマルチアンテナ方式を例に、上述の要点を図示したものである。天井部材として、部分的に金属製の建材が使用される場合には、受信アンテナ（ホイップアンテナ）の設置位置との間に所定の離隔を設ける。また配線経路の計画、やむをえず構造部材の貫通（通線口）が必要な場合、開口補強などの処置が必要になるため可能な限り早期に計画を行う方が良い。

以上のとおり、医療関係者や建築設計者は、これら回線設計の前提となる条件の理解に努める。また、医療機器製造販売業者が適切な回線設計が行えるように配慮しておくことが望ましい。



4.1.3 情報共有の体制と項目

医用テレメータ用アンテナシステムの適切な回線設計においては、関係者間（建築設計者、医療関係者及び医療機器製造販売業者）の情報共有に基づく協力体制が不可欠であり、携帯型テレメータ送信機を装着する患者の移動範囲や採用するアンテナシステムの方式など、可能な限り具体的な情報を基に計画することが望ましい。医療関係者はなるべく早い時期に導入する医用テレメータと医療機器製造販売業者を決定し、医療機器製造販売業者は回線設計に必要となる条件を具体的に建築設計者へ提示することが望ましい。また、建築設計段階で医療機器製造販売業者が未定な場合においても、工事区分や責任分界などを明確にしておくことが望ましい。



※ 建築事業者：建築設計者、建設業者、建築および設備の施工に携わる者

図 4.1.3.1 医用テレメータに関する取組（フロー図）¹⁰⁾

導入される医用テレメータの医療機器製造販売業者や採用されるアンテナシステムの方式が決定している場合、建築設計や設備設計で考慮すべき要件や回線設計上で考慮する条件を、関係者間、特に医療機器製造販売業者と十分に共有しておくことが望ましい。これは、採用されるアンテナシステムの方式によって、受信アンテナの配置や配線経路において必要となる条件などが異なるためである。

他方、医用テレメータのアンテナシステムの設置工事がテナント工事となるケースも多く、建築設計の段階で医療機器製造販売業者やそのアンテナシステムの方式が未定の場合もある。この場合、医用テレメータの導入予定の有無や運用計画を施主に確認した上で、その工事区分や責任分界を明確にしておくことが望ましい。建築設計において、アンテナシステムの回線設計やその敷設に伴う工事に配慮した場合であっても、その条件や内容を施主

と合意形成できていなければ、思わぬトラブルを招く可能性があるので注意を要する。

導入する医用テレメータのアンテナシステム方式について、決定タイミングごとの標準的な敷設例を以下に示す。

医用テレメータのアンテナシステムは、他の電気・設備機器及び配線と同様に壁貫通を伴う天井内配線工事および機器設置工事が必要であるとともに、アンテナシステムと電磁ノイズの放射が考えられる電気・設備機器及び配線との適切な離隔距離を取ることが望まれている。

しかし、医療施設の建築計画において、建築図面を原図に電気・設備機器及び配線をプロットして電気・設備図面が作成され、図面に基づいた施工が行われるため、竣工後に医用テレメータ工事を行う現状の様式では、アンテナシステムの受信アンテナの配置や配線経路が制限され、本ガイドラインに示した「建物の計画・設計・施工・評価において注意すべき点や避けるべき事項」を実践することが困難なケースが想定される。

本項では、建物の設計段階、施工段階（内装工事後）、運用段階の各フェーズにおいて医用テレメータのアンテナ方式を決定した場合の標準的な敷設例を示す。

（１）設計段階

医療機関が医用テレメータの発注を早めに行った結果、基本設計において、医用テレメータの設置要件、アンテナシステムの方式が決定された場合、建物の意匠図、構造図、設備図など、係る情報を関係者間（建築設計者、医療関係者及び医療機器製造販売業者）で共有することが可能となる。

このため、受信アンテナと電磁ノイズの放射が考えられる電気・設備機器との離隔距離確保（漏えい同軸ケーブル方式の場合は配線との離隔距離を含む）が設計段階で可能となり、医用テレメータの施工も容易になる。また、図面に医用テレメータのアンテナ位置、配線経路を記載することによって、後工程で電磁ノイズの放射が考えられる機器を設置する場合は受信アンテナからの離隔距離を確保するよう指示することも容易になる。

１）マルチアンテナ方式

マルチアンテナ方式で安定した受信強度を得るための受信アンテナの設置間隔は 7m 以内（メーカー推奨値）であるため、病棟の全病室および集合トイレに 1 台以上の受信アンテナを設置することが望ましい。図 4.1.3.2 に設計段階において医用テレメータをマルチアンテナ方式に決定した場合の標準図を示す。同軸ケーブルは電磁ノイズによる干渉を受けにくいため、配線経路は廊下であり電気配線との離隔は最低限でよい。廊下から病室の貫通口は 2 箇所にすることで 2 系統のアンテナの設置によるダイバーシティ方式の採用が可能となり、より安定した電波の受信が可能になる。

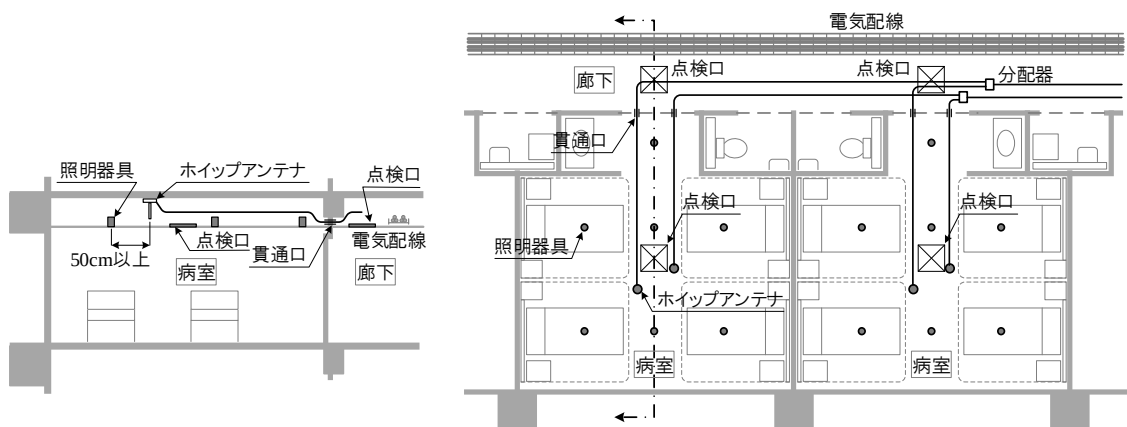


図 4.1.3.2 マルチアンテナ方式の標準概念図（設計段階で決定した場合）

2) 漏えい同軸ケーブル方式

漏えい同軸ケーブル方式で安定した受信強度が得られる受信アンテナからの距離は 5m 以内（メーカ推奨値）であるため、病棟の全病室および集合トイレの中央に漏えい同軸ケーブルを配線することが望ましい。図 4.1.3.3 に設計段階において医用テレメータを漏えい同軸ケーブル方式に決定した場合の標準図を示す。漏えい同軸ケーブルは、放射ノイズを発生する機器および放射ノイズを発生する機器に接続される配線からの放射ノイズによる干渉を受けるため、放射ノイズを発生する機器および電気配線との離隔は 50cm 以上確保することが望ましい。このため、標準図では漏えい同軸ケーブルの配線経路は、電気配線の幹線ルートとなる廊下ではなく、病室間を貫通するルートにすることを推奨する。また、医用テレメータ工事完了後の検査において受信強度不足が発生した場合のアンテナ追加を想定し、廊下と病室間には貫通口を設けることが望ましい。

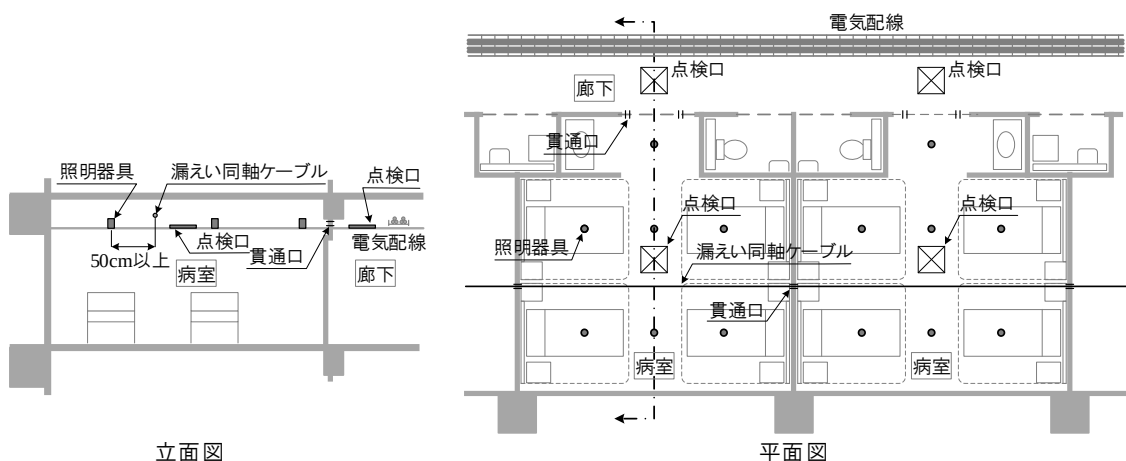


図 4.1.3.3 漏えい同軸ケーブル方式の標準概念図（設計段階で決定した場合）

(2) 施工段階

医用テレメータのアンテナ方式の決定が内装工事の段階では、電気・設備機器および配線経路は概ね決定していることが多く、低ノイズ機器の選定や配線経路を変更することは他業種との調整および設計変更を伴うため困難である。このため、施工段階に医用テレメータを決定した場合、制約を受けた条件において医用テレメータを設置することになる。なお、マルチアンテナ方式は、医用テレメータのアンテナ経路などを工夫することで他機器からの電磁ノイズとの干渉を回避できる可能性が高く、他の電気・設備機器及び配線経路がすでに決定されていることによる制約の影響を、漏えい同軸ケーブル方式と比べて受けにくい。そのため、本ガイドラインでは、施工段階で医用テレメータのアンテナ方式が決定される場合は、少なくともマルチアンテナ方式により、医用テレメータとしてのサービスエリアを適切にカバーできるよう、アンテナシステムの配線経路は廊下とし各病室と廊下間に貫通口を2か所以上設ける設計を予め設計段階において行い、貫通口を施工することを推奨する。

(A) 内装天井施工前

医用テレメータのアンテナ方式の決定が天井の内装工事では、電気・空調・衛生などの設備工事が先行し、その後、内装天井下地の施工および内装仕上げ工事に移行する。内装天井が施工される前工程であれば、受信アンテナ及びアンテナ配線の施工、配線を固定するためのアンカーボルトの追加、貫通口（内装壁）の追加などが可能である。

1) マルチアンテナ方式

施工段階において医用テレメータのアンテナ方式がマルチアンテナ方式に決定された場合の標準図を図4.1.3.4に示す。基本的には図4.1.3.2に示した設計段階において医用テレメータを決定した場合と同様である。ただし、放射ノイズは発生する可能性がある電気機器との離隔を50cm以上確保した位置に受信アンテナを設置することになり、病室内で電波の受信強度が弱い位置が生じる可能性が設計段階で決定した場合に比べて高くなるため注意が必要である。この場合、2系統のアンテナの設置によるダイバーシティ方式の採用が望ましい。

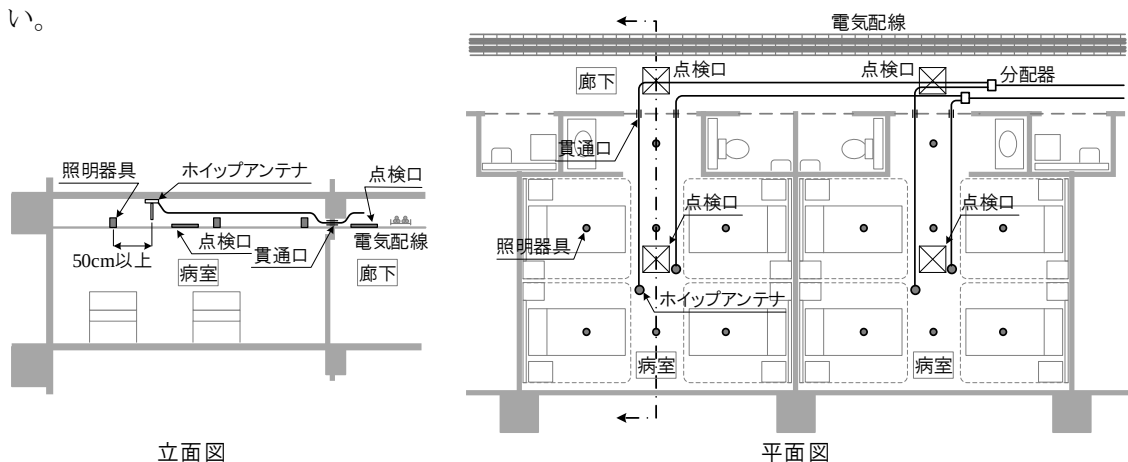


図 4.1.3.4 マルチアンテナ方式の標準概念図（施工段階で決定した場合）

2) 漏えい同軸ケーブル方式

施工段階において医用テレメータのアンテナ方式が漏えい同軸ケーブル方式に決定された場合の標準図を図 4.1.3.5 に示す。漏えい同軸アンテナは、廊下に配線され、廊下と病室間の貫通口から病室内に配線されている。

廊下は電気配線の配線経路となり、廊下側の病室の壁には患者名廊下表示装置など過去にノイズ障害を受けたケースが確認されている電子機器が設置される場合がある。このため、放射ノイズを発生する機器および電気配線との離隔を 50cm 以上確保することが困難なケースが考えられる。この場合は、マルチアンテナ方式の採用、マルチアンテナ方式との併用など医療機器製造販売業者と十分に協議してアンテナ方式を検討することが望ましい。

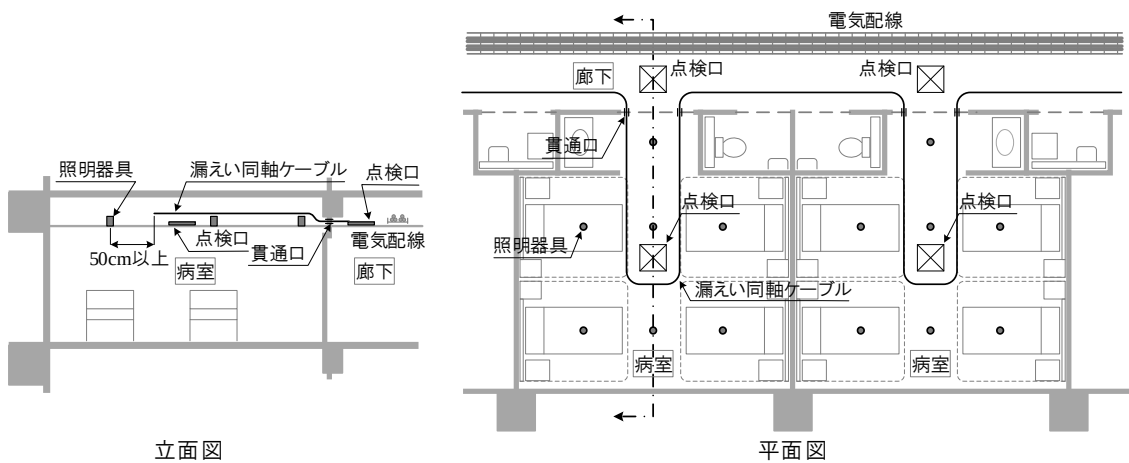


図 4.1.3.5 漏えい同軸ケーブル方式の標準概念図（施工段階で決定した場合）

(B) 内装天井施工後

天井の内装仕上げ施工後、建物竣工後は、配線を固定するためのアンカーボルトの追加、貫通口（内装壁）の追加などは基本的には不可であり、アンテナ配線工事も天井の内装仕上げ施工前に比べると困難になる。さらに、作業所の安全管理やクリーニングの関係でテレメータ工事が建物竣工後になるケースが多く、本ガイドラインで記載した「医用テレメータを建物内に設置して運用する際に安定して無線通信を行うために、施設計画に注意すべき点や避けるべき事項」を実行することが困難になることが予想される。

内装天井施工後に医用テレメータのアンテナ方式が決定される場合について、本ガイドラインでは、他の電気・設備機器及び配線経路による制約の影響を比較的受けにくいマルチアンテナ方式を想定し、に示す配線経路を確保する目的で、各病室と廊下間の壁に2か所以上の貫通口を予め設けることを推奨する。また、アンテナ配線工事のため貫通口周辺への天井点検口の追加、アンテナ設置のため病室中央付近への天井点検口の追加、医用テレメータ工事のために追加した貫通口および天井点検口の図面を作成し、医療関係者に提出することが望ましい。図 4.1.3.6 に提出図面の例を示す。

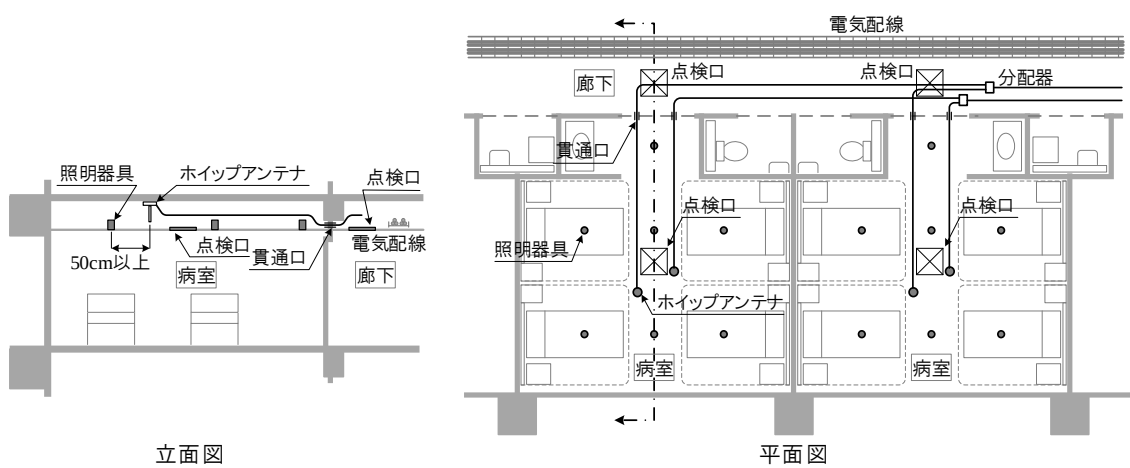


図 4.1.3.6 マルチアンテナ方式の標準概念図（竣工後に決定した場合）

4.2 実施設計

実施設計段階では、具体的に内装材、空調設備や電気設備の機器配置、電気配線の経路などが設計される。建築設計者は、テレメータの通信障害にならないよう次の事項に留意し、医療関係者、医療機器製造販売業者と具体的な検討を実施することが望ましい。

4.2.1 設備機器の選定

実施設計段階では、具体的に内装材、空調設備や電気設備の機器配置、電気配線の経路などが設計される。建築設計者は、医用テレメータの電波障害にならないよう留意し、医療関係者、医療機器製造販売業者と具体的な検討を実施することが望ましい。

実施設計では、関連する機器などの具体的な配置が決まり、機器相互の電磁的干渉について想定が可能となる。具体的な設備機器の選定するにあたり関係者との調整に努める。

医用テレメータの受信アンテナから 50cm 以内での設置や利用が考えられる機器については、医用テレメータが使用する周波数帯 (420MHz から 450MHz) における放射妨害波が、CISPR 規格、FCC 規格、VCCI 規格など※1において定める許容値を満たす機器を選定することに努め、許容値にクラス分類が存在するものについては、住宅環境相当※2の許容値を満たす機器が望ましい。なお、機器選定の際に準拠する規格やクラス分類については、医用テレメータ製造販売業者に確認を行う。

※1: CISPR (国際無線障害特別委員会): 無線障害の原因となる各種機器から不要電波 (妨害波) に関し、その許容値と測定法を国際的に合意することによって国際貿易を促進することを目的として 1934 年に設立された IEC (国際電気標準会議) の特別委員会。なお、CISPR 15 (電気照明及び類似機器) については、2018 (第 9 版) 以降の版に 420MHz から 450MHz の周波数帯の放射妨害波の許容値が規定されている。

FCC (連邦通信委員会): 米国において、通信に関する各種規制や規格の策定、通信機器や放送通信事業の許認可を所掌する政府独立機関。

VCCI (情報処理装置など電波障害自主規制協議会): 日本において、コンピュータなどの機器から発生する電磁妨害波について国際規格を参照し自主規制を行う業界団体。

※2: 住宅環境相当の許容値: CISPR 11 (工業、科学及び医療用装置) 及び CISPR 32 (マルチメディア機器) においては、不要電波の許容値にクラス分類 (クラス A、クラス B) があり、住宅環境相当の許容値とは、クラス B 許容値に該当し、クラス A より厳しい許容値である。

4.2.2 医用テレメータと設備配線との相互干渉検討（離隔距離の確保）

医用テレメータ及び関連する設備機器の配置を検討し、医療機器製造販売業者と相互干渉について調整を行い各機器の配置を決めること。また、各配線工事は、以下を考慮すること。

- ① アンテナシステムは、電氣的なノイズの放射が考えられる電気配線との離隔距離を50cm以上取ることが望ましい。
- ② アンテナシステムのノイズの影響は、電氣的なノイズの放射が考えられる配線と並行して敷設すると影響が大きくなる。配線ルートなどについて十分考慮すること。

医用テレメータ及び関連する設備機器や電磁ノイズの放射が考えられる電気機器を、具体的に建築平面プランにプロットすることで、電磁干渉がないことを確認する。

照明器具や空調機器に接続される配線は、電源供給用の低圧ケーブル（VVFケーブル）であり、電氣的なノイズの放射源となる可能性がある。受信システムは、電氣的なノイズの放射が考えられる電気配線との離隔距離を50cm以上取ることが望ましい。離隔距離が取れない場合、漏えい同軸ケーブルアンテナ方式では、干渉する部分を同軸ケーブルへの置き換えや、マルチアンテナ方式では、受信アンテナを離すなどの配置の再検討を行う。

電氣的なノイズの放射が考えられる配線と、漏えい同軸ケーブルアンテナ方式の漏えい同軸ケーブルを並行して敷設すると、ノイズの影響が大きくなることから、十分考慮して配線経路を検討する。

電氣的なノイズの放射が考えられる低圧ケーブルは、放射ノイズの低減対策として、低圧ケーブルの熱的影響を考慮した上で、極力束ねて（5～7本程度）配線することが望ましい。

4.2.3 医用テレメータの通信障害防止検討

医用テレメータの通信障害が発生しないよう、可能な限り事前に以下の内容に配慮して設計を行うことが望ましい。

- ① 患者が立ち入るエリア及び動線を想定し、アンテナシステムの設置や配線経路の設計を進める。
- ② 通信を阻害する建材や建具及び什器の配置を極力考慮して受信アンテナの配置や経路を計画する。なお、医用テレメータの医療機器製造販売業者が決定していない場合は、医療関係者が情報提供し、想定できる情報から設計者は通信障害が起きないよう配慮して設計を進める。

通信障害を避けるためには、患者が立ち入るエリアや動線を想定して、受信アンテナの配置や経路を計画しておくことが望ましい。

金属製の天井パネルや扉など、通信を阻害する可能性が高い建材・建具は、患者と受信アンテナの間に介在しない場合であっても、電波を強く反射することで、受信アンテナの利得

や指向性が変化し受信レベルを低下させるため、受信アンテナと金属製の建材や建具との離隔距離は 30cm 以上確保することが望ましい。

医用テレメータの受信に影響を与える器材として、金属製のキャビネットなどの建築竣工後に設置される什器による影響例もある。運用段階の機器配置を極力考慮して、通信障害が起きないように努める。

4.2.4 医用テレメータ用配線ルートの確保

医用テレメータ用アンテナシステムの設置工事は、仕上げ天井施工前に行うことが望ましいが、工事後に設置工事を行う場合でも、容易にアンテナシステムの配線を施工できるように配管などによりルートを確保すること。配線経路において、防火区画や遮音・防振壁を貫通するときには、その処理や工法について関連法規に準じた検討を十分に行い、構造に影響する場合は、構造設計に反映する。

医用テレメータ用アンテナシステムの設置工事は、仕上げ天井施工前に行うことが望ましいが、工事後に設置工事を行う場合でも、容易にアンテナシステムの配線を施工できるように方法を検討すること。

- ① 配線経路として確保する通線管の配管サイズは、後施工を考慮した配管サイズとし、配線距離やケーブルの曲げ半径、配管の屈折数などを考慮し配管経路を確保すること。配管サイズの目安は、アンテナシステムで使用する配線を考慮し、配線サイズの直径の 1.5 倍以上のサイズとすること（内線規程 JEAC8001-2016、日本電気協会、P325 3165 節 3165-1 施設方法より準用）。
- ② 防火区画を貫通する場合は、構造などにも影響するため建築基準法に準拠した工法にて設計すること。
建築設計者は、建築工事完了後の施工である事を十分考慮し、コストアップにならないよう配慮する観点から、開口補強のみで対応することも検討する。
- ③ 必要箇所に、点検口を設けること。
- ④ 遮音・防振壁を貫通する場合は、建築的な機能を低下させない工法を選定すること。
- ⑤ 構造に影響するような貫通処理が発生する場合は、構造設計に反映すること。
- ⑥ 空配管の本数は、アンテナシステムの配線を単独で通す前提で決めること。

(1) 医用テレメータ用受信アンテナの最適化例①（マルチアンテナ方式）

受信アンテナを約 7m の間隔で設置し、携帯型テレメータ送信機の運用範囲の全てが、受信エリアに収まるよう、アンテナシステムを設計する。その際、フェージングによる影響を回避するため、ダイバーシティ方式による設計が望ましい。図 4.2.4.2 にマルチアンテナ方式における最適な受信アンテナ敷設例を示す。ただし、同一系統内の受信アンテナの数が増えすぎると、各アンテナからのノイズは重畳されることになることから、受信エリアの拡大には注意を要する。

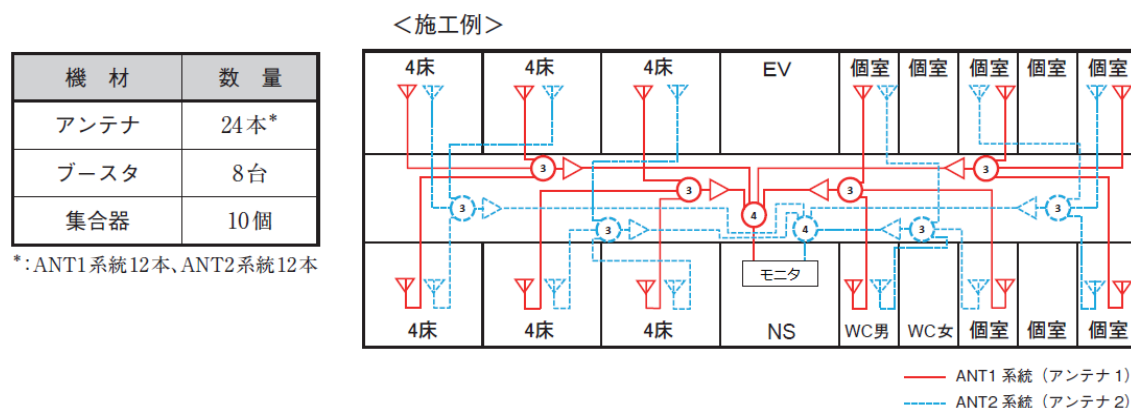


図 4.2.4.1 マルチアンテナ方式における最適な受信アンテナ敷設例

(2) 医用テレメータ用受信アンテナの最適化例②（漏えい同軸ケーブルアンテナ方式）

医療機関で主に使用される A 型の携帯型テレメータ送信機は、空中線電力 1mW の電波を発射している。漏えい同軸ケーブルアンテナは、その電波を受信するため、通常の鉄筋コンクリートの建物ではケーブルの片側約 5 メートルが受信範囲となる。

図 4.2.4.1 に漏えい同軸ケーブルアンテナ方式における最適な受信アンテナ敷設例を示すが、この他にもダイバーシティ方式もあるので、医療機器製造販売業者に相談した方が良い。漏えい同軸ケーブルは、病棟の廊下に敷設される LED 照明器具や無線 LAN アクセスポイント、監視用 TV カメラ、ナースコール I/O ユニットなど様々なノイズ源となりうる機器を避け、病室の天井裏のほぼ中央に敷設するのが望ましい。また、漏えい同軸ケーブルはその性能を落とさないため、空調用エアダクトやガス配管、配線用ケーブルラックなど金属体から離し（離隔距離 30cm 以上を確保することが望ましい）、単独で敷設することが望ましい。なお、病室の天井裏に漏えい同軸ケーブルもしくは同軸ケーブルを敷設するため、病室間やナースセンターまでの配線経路には、予め通線管を埋設すること推奨する。

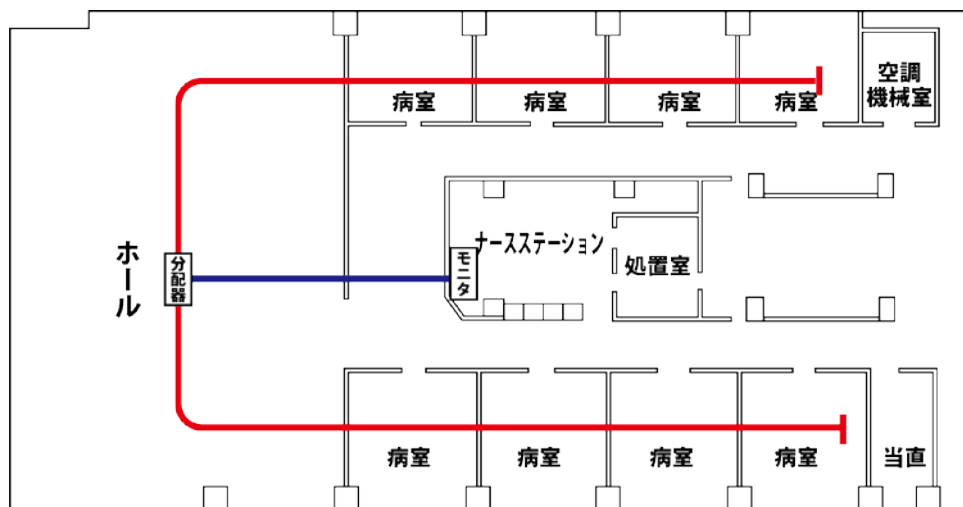


図 4.2.4.2 漏えい同軸ケーブルアンテナ方式における最適な受信アンテナ敷設例

5. 施工

医用テレメータが利用される医療機関の施工においては、設計図及び施工計画書に基づき、医用テレメータの通信障害が起きないように十分考慮して施工を実施することが望ましい。本章では、施工時の留意事項を示す。

5.1 医用テレメータの配線スペースの確保

建築工事、設備工事（電気・電気通信工事など）の施工者は、医用テレメータのアンテナシステム（漏えい同軸ケーブルもしくは同軸ケーブル）の配線スペースを確保する。

医用テレメータの医療機器製造販売業者は、配線経路を施工図として建築工事の施工業者へ提出することが望ましい。

医用テレメータの施工は、建築工事、設備工事が完了し、建物引き渡し後に行うことが一般的である。このため、医用テレメータの受信アンテナの位置や配線経路に制限が出てしまい、最適な受信アンテナの配置設計が行えないことがある。そのことが、電波が届かないなどのトラブルが発生するひとつの要因となっている。

そこで、電波の受信エリアを確実に計画するため、医用テレメータの医療機器製造販売業者は、建築工事、設備工事（電気・電気通信工事など）の施工者が施工中の段階において、医用テレメータのアンテナシステムの配置、配線経路などに関する要望を施工者に伝えることが望ましい。

施工者は、医療機器製造販売業者の要望を受け、適切な配線スペースを確保する。この際、電気配線などノイズの放射が考えられる配線系統との隔離、受信アンテナとダクトなど金属体との隔離について施工関係者及び医療機器製造販売業者が情報を共有するように努める。

さらに、医療機器製造販売業者は、施工図を施工責任者へ提出し、施工責任者は、竣工書類として施工図を発注者へ提出することが望ましい。

また、必要な場合は、建設工事、設備工事（電気・電気通信工事など）と同じ期間中に、医用テレメータ機器に関する工事を施工することが望ましい。その場合、建設工事期間中の安全管理などは、施工責任者の指示に従うものとする。

5.2 配線工事を行う場合の注意事項

医用テレメータの配線工事において、配線経路周辺に電氣的なノイズの放射が考えられる配線、表3.2.2に示された電磁ノイズの放射が考えられる電気機器からは50cm以上の隔離距離、空調ダクトなど受信アンテナの特性に影響がある金属体がある場合は、30cm以上の隔離距離が取れているかを現地で確認する。

アンテナシステムの配線方法および固定方法は、医療機器製造販売業者の施工要領に従

い、医療機器製造販売事業者の責任でアンテナシステムの配線工事を実施することを基本とする。なお、吊ボルトに固定する場合、医療機器製造販売業者は躯体工事の段階で建築主に確認して配線経路を施工責任者に伝え、医療機器製造販売業者の責任で吊ボルトを施工することを基本とする。

医用テレメータの受信アンテナに電磁ノイズが誘導すると受信機の C/N 比が低下するため受信トラブルの要因となる。このため、ノイズ源からは目安として 50cm 以上の離隔距離を取ることが望ましい。特に、漏えい同軸ケーブルは、ケーブルが受信アンテナとなっているため、周囲のノイズ影響を受けやすいので注意を要する。

また、周囲に空調ダクトなど面積が比較的大きな金属面がある場合、アンテナ指向性が変化し、受信しにくい方向が生じる可能性があるため 30cm 以上の離隔距離を取れるように努める。

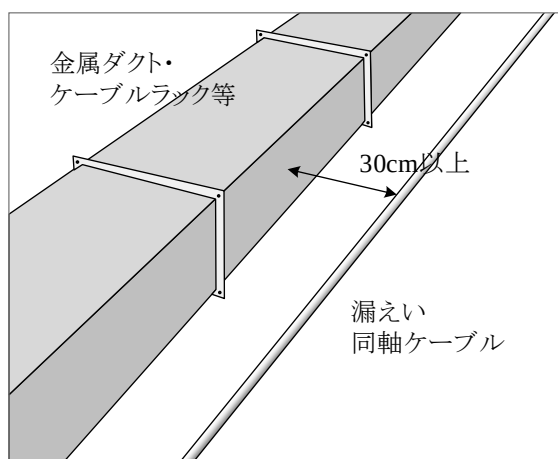


図 5.2.1 漏えい同軸ケーブルの敷設例

離隔距離については、設計段階における検討課題であるため、施工段階では現地において離隔距離が取れているかを確認する。

また同軸ケーブルの配線を吊ボルトに固定する場合、天井スラブに吊ボルトを固定するためのインサートは、躯体工事の段階で取付けられるため、躯体工事の段階で配線経路を決定しておくことが望ましい。なお、インサート及び吊ボルトの施工は医用テレメータ用アンテナシステムを設置、敷設する医療機器製造販売事業者の責任で行うものとする。また、躯体工事の段階で配線経路が決定せず、後施工でアンカーや吊ボルトを増設する場合は、躯体埋設配管を傷つけないよう、設備（電気・電気通信工事など）の施工業者と十分協議のうえで施工することが望ましい。

5.3 配管工事を行う場合の注意事項

医用テレメータの配管工事において、貫通口を設ける場合は、以下を考慮して施工を実施する。

- ① 躯体貫通部は、構造図に従い実施し、図面に記載のない貫通口を設ける場合は、構造設計に確認のうえ施工を実施する。
- ② 空配管の管口は、防火区画貫通処理及び遮音性能が低下しないよう、適正な材料にて封止処理を行うこと。なお、医用テレメータ用の配線通線後も同様とする。

設計時に計画した空配管の位置及び数は、施工段階で変更される可能性が高い。変更に対応できるよう関係者との確認と周知が重要である。

特に、医用テレメータ用アンテナシステムの配線後も、建物の機能として防火区画及び遮音性能は、重要である。医用テレメータ用アンテナシステムを設置する施工業者も配慮に努める。

6. 評価

6.1 共通事項

6.1.1 目的

医用テレメータの受信不良などの無線に係るトラブルが発生した際の原因調査、対応検討を効率よく進めるためには、医療関係者が受信アンテナ敷設前後の電波環境に関する情報を記録・継承していくことが望ましい。受信アンテナ敷設前後の電波環境を測定する方法の指針を日本建築学会として規定することを目的としている。

6.1.2 測定周波数

測定周波数帯は 420MHz～450MHz とする。

医用テレメータが使用している周波数帯域は全体で 6 バンドあり、無線チャネルは各バンドで分けられている。A 型の医用テレメータの各バンドの使用周波数帯域を以下に記す。

バンド 1 (1001～1080 チャネル) : 420.0500MHz ~ 421.0375MHz

バンド 2 (2001～2120 チャネル) : 424.4875MHz ~ 425.9750MHz

バンド 3 (3001～3040 チャネル) : 429.2500MHz ~ 429.7375MHz

バンド 4 (4001～4080 チャネル) : 440.5625MHz ~ 441.5500MHz

バンド 5 (5001～5080 チャネル) : 444.5125MHz ~ 445.5000MHz

バンド 6 (6001～6080 チャネル) : 448.6750MHz ~ 449.6625MHz

6.2 受信アンテナを敷設する前の電波環境調査

受信アンテナを敷設する前の電波環境調査は、周辺その他医療機関もしくは同一医療機関別棟からの医用テレメータ電波や医用テレメータと同一の周波数帯域を利用する他の無線機器による電波の有無を確認し、医療関係者へ情報提供することを目的とする。

6.2.1 測定量

本測定法による測定量は電界強度 (単位 : dB μ V/m) とする。

6.2.2 測定方法

(1) 測定機器

電波環境の測定装置としてはスペクトラムアナライザとアンテナを用いる。

(2) 測定箇所

予め定めておいた基準階の東西南北側の窓・外壁面に近い箇所、もしくは屋上など、周囲の見通しが取れる箇所において測定を行うことを基本とするが、詳細は医療関係者と協議のうえ決定する。

(3) 測定の手順

測定は、基本的に以下のように実施する。

- ① 全てのセットアップを完了したのち、スペクトラムアナライザの各種条件（周波数スパン、RBW、VBW、掃引時間など）を設定する。
- ② アンテナを測定箇所に設置する。図 6.2.2-1 に示すように、アンテナ高さは床面から天井までの間の中央を基本とする。ここでの天井高さとは竣工時の天井高とする。アンテナの偏波面は、基本的に垂直、水平の 2 通りとする。
- ③ スペクトラムアナライザの最大値ホールドモード（MAX HOLD）を選択し、1 分以上の最大値保持を行い、測定値を記録する（制御用 PC、外付け HDD など）。

建設工事用テレコン（トランシーバや各種リモコンなど）の一部が同一周波数帯を利用している場合もあることから、本測定は建設工事時間帯を避けて実施することが望ましい。測定機器の構成例を図 6.2.2-1 に示す。構成例では、スペクトラムアナライザからのデータ取得と保存には制御用 PC を利用しているが、スペクトラムアナライザ内や外付けの HDD にデータを直接保存する方法もある。

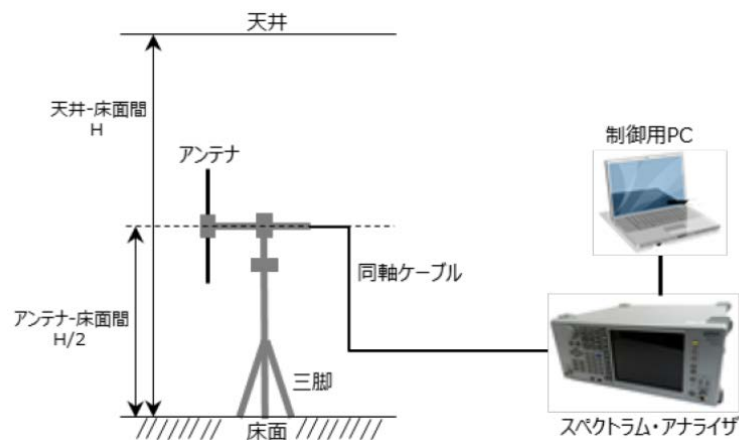


図 6.2.2-1 電波環境測定の機器構成例

スペクトラムアナライザの測定周波数帯域は医用テレメータの各バンド全てを含むように 420MHz から 450MHz とする。RBW と VBW の設定値例を表 6.2.2-1 に記す。現在多くの医療機関で利用されている A 型の医用テレメータの無線チャンネルの 1 チャンネルの占有周波数帯域は 8.5kHz 以下であるが、チャンネル内での不要電波の有無や混信する信号を識別可能とするために、電波環境の測定ではそれらよりも狭帯域な 1kHz に設定する。スペクトラムアナライザの機種は多機種存在することから表 6.2.2-1 に示す設定例は、主な機種に共通する代表的な設定を示している。なお、スペクトラムアナライザの機種によっては、増幅器（ア

表 6.2.2-1 スペクトラムアナライザの主な設定例

周波数帯域	RBW	VBW
420MHz～450MHz	1 kHz	1 kHz

ンプ) やフィルタ、減衰器を内蔵する機種もあることから到来してくる信号強度や測定すべき感度に応じて使用有無の判断を行う必要がある。

アンテナには、医用テレメータ周波数帯域である 420MHz から 450MHz で測定を可能とする下記アンテナおよびそれらと同などのアンテナを使用する。

- (同調アンテナ) 半波長ダイポールアンテナ
- (広帯域アンテナ) ログペリオディックアンテナ
- バイコニカルアンテナ (対象周波数帯域での使用が可能なもの)

医用テレメータに対する妨害電磁波の到来方向は事前には分からないことが多いため、水平面無指向性のバイコニカルアンテナおよび半波長ダイポールアンテナを使用することが特に望ましい。ただし、半波長ダイポールアンテナの適用においては、420MHz～450MHz の間に同調させるとともに、対象周波数帯域で十分な感度を有していることを把握する必要がある。広帯域アンテナとしてログペリオディックアンテナを使用する場合は、アンテナを水平面内で 360 度回転させながらデータ取得する必要がある。

測定箇所全てで上記測定が終わった後に、不要電波や信号の強度が相対的に大きかった測定箇所では、時間帯や曜日の違いによる特性変化を把握するために、昼夜を含めて連続的且つ長時間測定する方法により、さらに電波環境の測定を実施することでより詳細な電波環境を把握することが可能となる。なお、この長時間の測定でのデータ記録方法としては、制御用 PC にて 1 分間毎にデータを引き込む方法などが適当である。

(4) 測定結果の整理

測定値から電界強度レベル (絶対値) を算出する必要がある場合、周波数毎に下記の補正を行う。
$L = L1 + L2 + L3 \quad (\text{dB}\mu\text{V/m})$
ここで、L : 電界強度レベル (dBμV/m)
L1 : 受信装置読み取り値 (電圧レベル、dBμV)
L2 : アンテナファクター (dB/m)
L3 : ケーブルロス補正值 (dB)
測定結果の整理・報告において、下記の事項を可能な限り明示する。
③ 測定場所、所在地

- ④ 測定場所およびその周辺・敷地の状況・図面
- ⑤ 測定位置（図面および測定状況写真の添付）
- ⑥ 周辺の主な到来波の種類や状況
- ⑦ 測定日時（曜日）
- ⑧ 天候、温湿度
- ⑨ 測定機関、測定者名
- ⑩ 使用機器の名称、接続と設定条件、機器などの校正年月日
 - ・アンテナの名称、形式、偏波面、測定方向
 - ・受信装置の名称、形式、検波方式、通過帯域幅（RBW）
 - ・使用ケーブルの種類、長さ
 - ・その他の計測に使用した機器の名称、形式、諸元
- ⑪ 測定状況写真
- ⑫ その他、特記事項

測定したデータは、予めグラフとして表示できるように作成しておいた Microsoft Excel などで作成したファイルに張り込む形式にて処理することにより、医用テレメータが使用している周波数帯域である 6 バンドで観測した不要電波や信号を視覚的に確認することができる。図 6.2.2-2 にエクセルファイルを用いたグラフフォーマットの表示例を示す。このグラフの灰色箇所は医用テレメータが使用している周波数帯域であり、左側（低周波数側）から、バンド 1（1000 番台）、バンド 2（2000 番台）、バンド 3（3000 番台）、バンド 4（4000 番台）、バンド 5（5000 番台）、バンド 6（6000 番台）である。

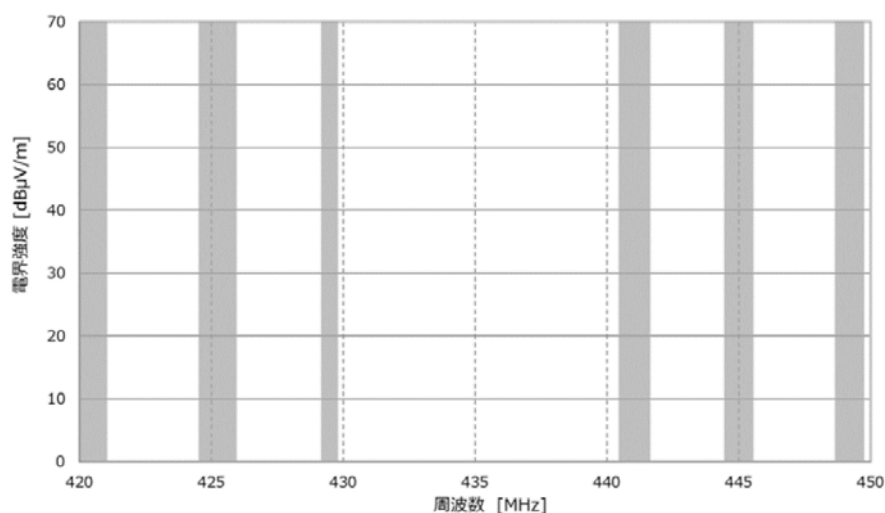


図 6.2.2-2 電波環境の測定結果のグラフフォーマットの例

医用テレメータが使用している周波数帯域に他の施設からの信号波や不要電波を観測した場合は、医用テレメータへの障害や影響を与えることが懸念されることから、各測定場所での強度の比較などを行い不要電波や信号波の発生源や到来方向の推定を行い、信号波の抑制の必要の有無や不要電波の低減対策の検討を行う。

特に近隣医療機関からの医用テレメータの信号と考えられる波形をバンド内に観測した場合は、チャンネル番号と測定実施日時を記録しておき、近隣医療機関に医用テレメータの使用の有無とチャンネル番号の照会を行い、医用テレメータ運用開始後の混信を避けるために運用開始前の段階から双方で使用チャンネルの情報共有などを行い、電波を安全に利用するために必要な対応をとることが必要である。

6.3 受信アンテナ敷設後の電波環境測定

本測定は、医用テレメータの受信アンテナ敷設後に、患者の想定移動範囲内で医用テレメータ送信機が移動しても、それらの場所からの信号を十分な強度で受信できることの確認を目的としている。

6.3.1 測定量

本測定法による測定量は電圧（単位 $\text{dB}\mu\text{V}$ ）および C/N（単位 dB ）とする。

本項の測定方法に基づく測定量は、6.2 項の測定方法により得られた測定量との互換性は無い。

6.3.2 測定機器

電波環境の測定装置としてはスペクトラムアナライザを用いる。テレメータ信号の送信には、携帯型テレメータ送信機を用いる。送信アンテナとして使用する誘導コードは、心電図誘導コードを用いる。

スペクトラムアナライザは、十分に内部ノイズが低い機種を用いる。 -157dBm/Hz 以下となる機種が望ましい。これは RBW を 10kHz とした場合、約 $-10\text{dB}\mu\text{V}$ に相当する。

6.3.3 診療サービス運用開始前の測定

（1）測定方法

携帯型テレメータ送信機を患者の想定移動範囲内を網羅するように定めた送信点に逐次移動させて、その都度、信号強度とノイズレベルをセントラルモニタの設置箇所に配置したスペクトラムアナライザで測定する。

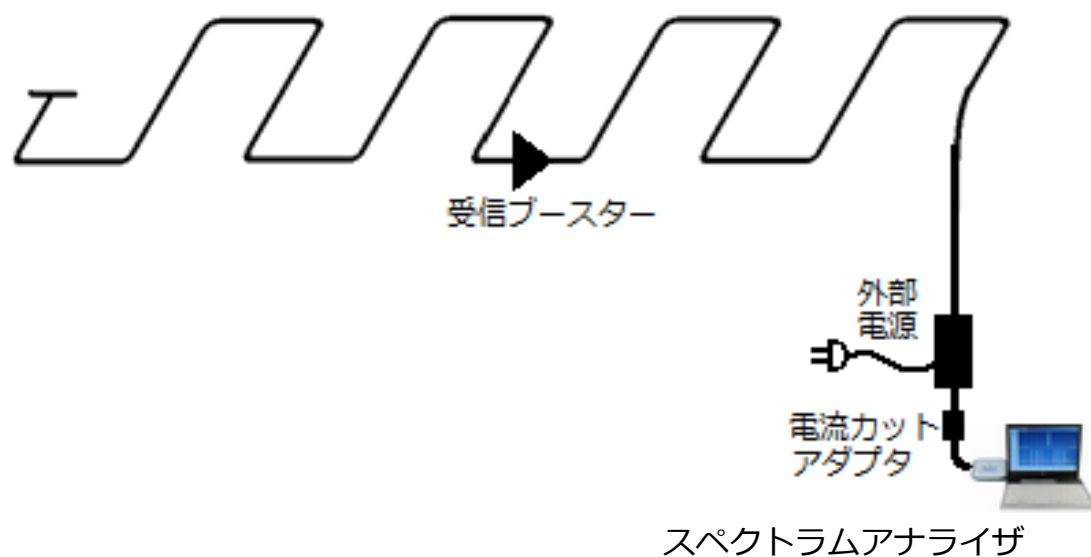
- ① 医用テレメータの受信アンテナの配置状況とセントラルモニタの設置位置を確認する。

- ② 測定のための了承などを関係部署から得た後に、図 6.3.3-1 に示すように、セントラルモニタの設置箇所において、セントラルモニタへの入力ケーブルを取り外してスペクトラムアナライザに接続する。
- ③ スペクトラムアナライザの各種条件を 6.2 項の受信アンテナを敷設する前の電波環境調査と同じ設定とするが、機種によって設定が自動化されていたり、機能が無い場合は、近い値に設定する。
- ④ スペクトラムアナライザの最大値ホールドモード (MAX HOLD) を選択し、1 分以上の最大値保持を行い、測定値を記録する。
- ⑤ スペクトラムアナライザの各種条件を下記の周波数範囲を含んだ切りの良い周波数範囲に設定する。機種によって設定が自動化されていたり、機能が無い場合は、下記条件に準じるか近い設定とする。
 - ・周波数範囲
 - 420.0500MHz～421.0375MHz
 - 424.4875MHz～425.9750MHz
 - 429.2500MHz～429.7375MHz
 - 440.5625MHz～441.5500MHz
 - 444.5125MHz～445.5000MHz
 - 448.6750MHz～449.6625MHz
 - ・周波数スパン
 - 1～2MHz (上のいずれかの周波数範囲を含む)
 - ・RBW
 - 8～10kHz
 - ・VBW
 - RBW とおなじ、または機種依存による自動設定
 - ・検波
 - RMS 検波が望ましいが、使用機材によって設定できない場合は、アベレージ検波、または機種依存による自動設定
 - ・測定値単位
 - dB μ V を推奨
- ⑥ 携帯型テレメータ送信機を、あらかじめ決めておいた送信点に移動させて、各所の地点をフロアマップなどに記載するとともに、電波を発信する。
- ⑦ スペクトラムアナライザの受信信号電圧値とノイズレベルから算出した C/N をフロアマップ内の各送信点に書き込み、携帯型テレメータ送信機からの電波の C/N が全ての位置で充分で、電波強度に低下などが起こっていないことを確認する。
- ⑧ 携帯型テレメータ送信機の送信点を順次変えて、手順⑥～⑦を繰り返す。

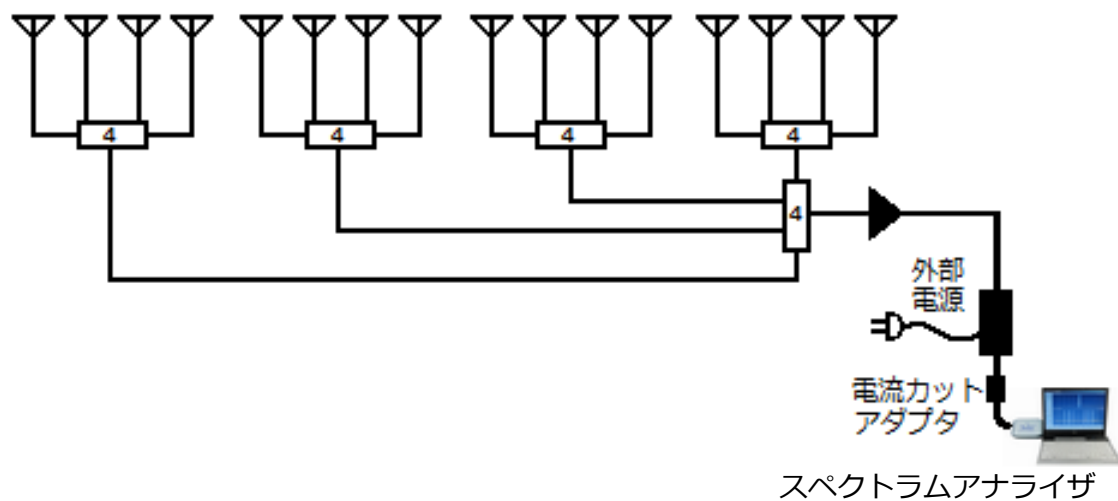
医用テレメータの受信アンテナシステムが漏えい同軸ケーブルアンテナ方式とマルチアンテナ方式の場合における測定機器の構成例を図 6.3.3-1 に示す。

医用テレメータの受信アンテナの同軸ケーブル芯線には受信ブースタ用電源が重畳され

ていることがあるので、スペクトラムアナライザ保護のため電流カットアダプタの挿入が必要な場合がある。またセントラルモニタを外すと、受信ブースタが作動しなくなる場合がある。



(a) 漏えい同軸ケーブルアンテナ方式の例



(b) マルチアンテナ方式の例

図 6.3.3-1 診療サービス運用開始前の電波環境測定のための機器構成例

あるため、外部電源を接続して受信ブースタへの電源供給が必要な場合もある。

スペクトラムアナライザの機種によっては、アンプやフィルタ、減衰器を内蔵するものもあることから測定する信号強度や感度に応じて使用有無の判断を行う必要がある。

手順④において、不要電波を観測した場合には、時間帯や曜日の違いなどの様々な要因に応じて電波環境特性が変化することがあることから、昼夜を含めて連続的且つ長時間の測

定を実施する。

受信性能の適切な維持管理のために、携帯型テレメータ送信機の設置方法を一定とし、再現性の高い測定を行うことが求められる。再現性を高めるために「設置治具に金属材料を用いないこと」、「心電図誘電コードを固定し、同じ状態を保つこと」、「設置高さを一定とすること」が重要である。ここでは具体的な2つの例を記載する。

<例1>

携帯型テレメータ送信機は、電波の送信源となる電極リード線の張り方や向きの違いによって送信強度が変化する。また、携帯型テレメータ送信機と電極リード線は、人体に接触すると送信機の放射特性が変化して強度の再現性を確保することが困難になる。従って、携帯型テレメータ送信機は人体には装着させず、治具などを用いて常に同じ状態で設置することが望ましい。

携帯型テレメータ送信機の設置に用いる治具の例を図 6.3.3-2 に示す。治具の構成は、送信機やリード線の状態が変わらないように、木製の穴開きボード（縦 60cm、横 40cm 程度）などと結束バンドなどを用いて電極リード線とテレメータ送信機を固定してリード線の電極部は短絡する。またこの治具を各所に移動して測定を行う際は、椅子などに立て掛けるなどして常に床面から同じ高さとする。

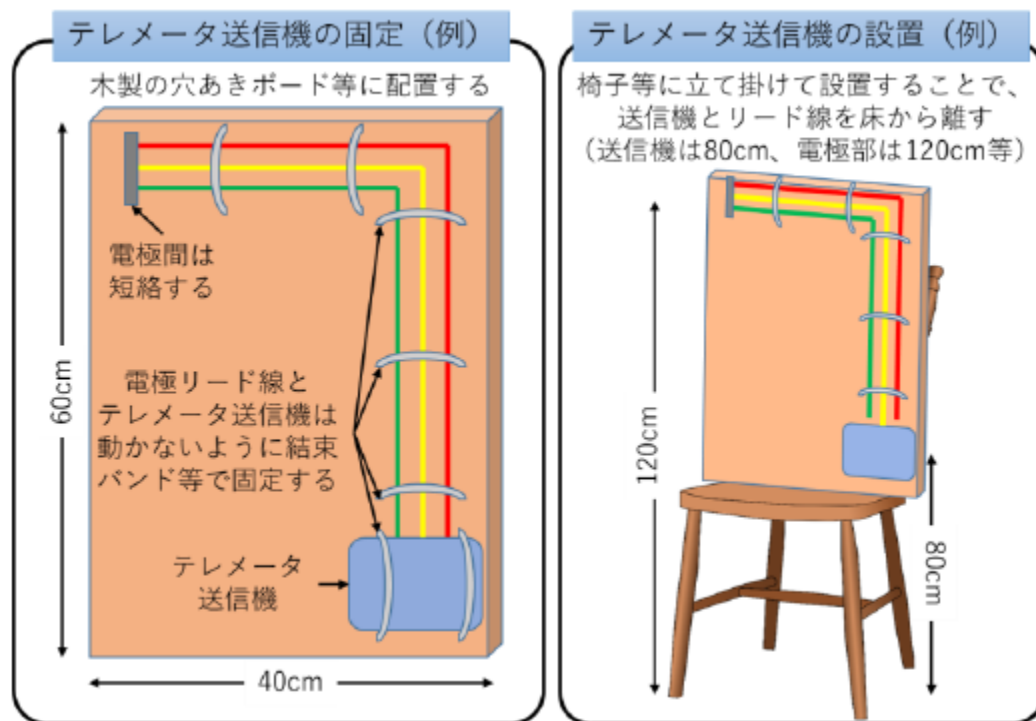


図 6.3.3-2 携帯型テレメータ送信機の固定と設置例 1

<例 2>

携帯型テレメータ送信機は人体に装着すると、送信機のアンテナ効率が大きく変動するので、送信機は人体に装着せず、図 6.3.3-3 に示すように台車などを含めて床から高さ 40cm～60cm 程度の非金属の材料（空段ボール箱など）に置いて測定する。送信機を移動させる人は、測定時に送信機から 2m 以上離れること。送信機の置き方（水平、垂直）やベッドとの向きは、各部屋で毎回同じにする。



台車等を含め、床からの高さ40～60cm程度となる高さの非金属材料（空段ボール箱等）の上に粘着テープで固定した基準送信機。心電図誘導コードはなるべくまっすぐに伸ばします。

図 6.3.3-3 携帯型テレメータ送信機の設置例 2

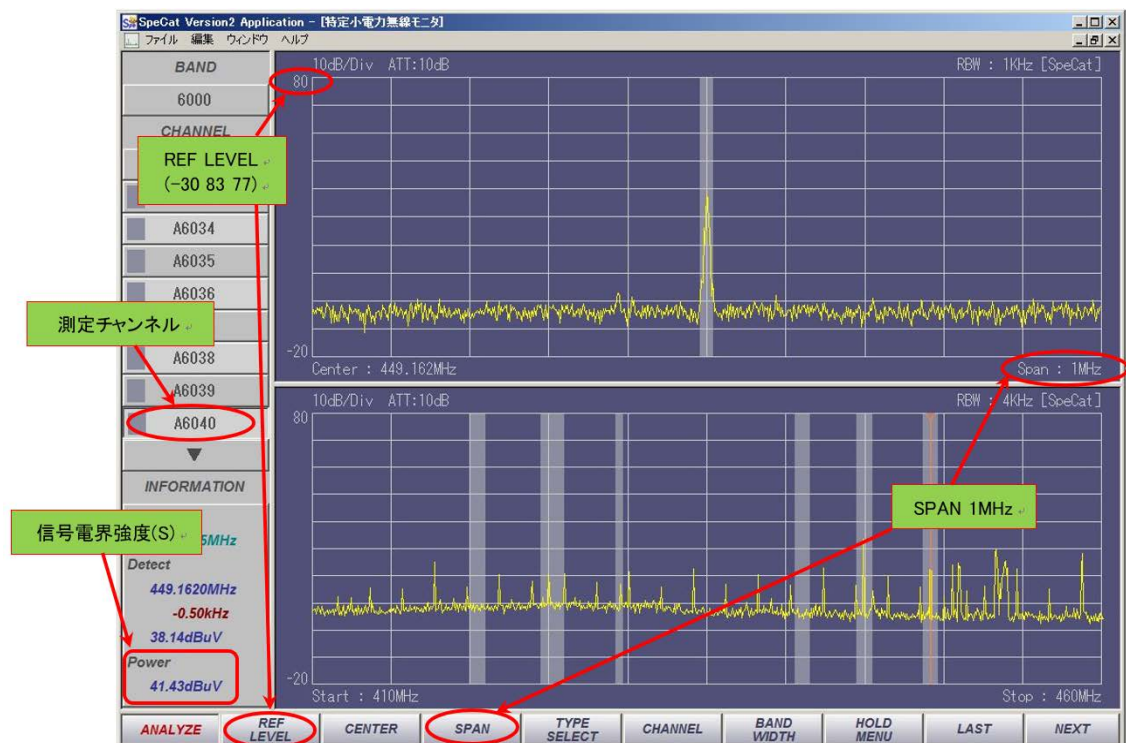


図 6.3.3-4 スペクトラムアナライザで観測した信号の例

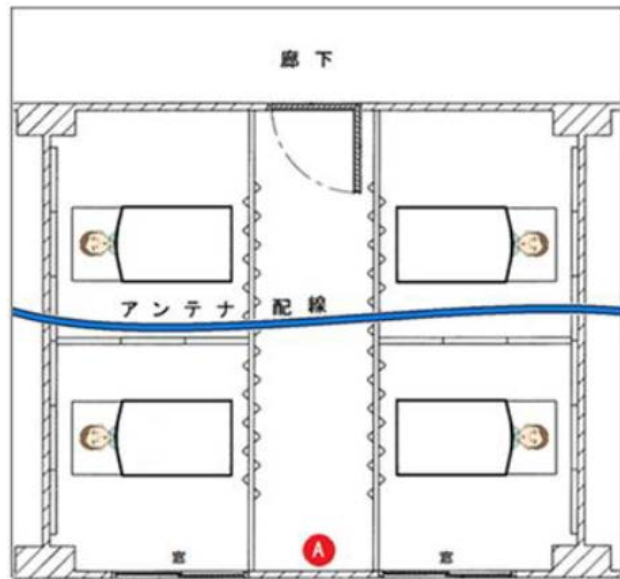
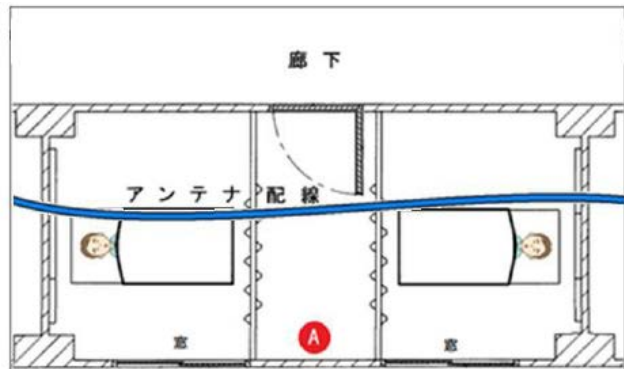
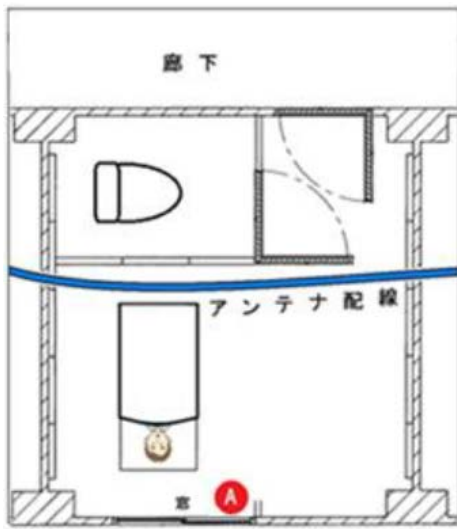
各ゾーンにおいて携帯型テレメータ送信機から発信する無線チャネルは、予め医療関係者と協議のうえ決定しておく。図 6.3.3-4 に示すように携帯型テレメータ送信機の信号強度は予め定めた任意のバンドの 1 チャネルの値を読み取り、ノイズフロアは 6 つの各バンドにおける任意の 1 チャネルの値を読み取り、それらの最大値とする。これら両者の値から C/N を算出する。C/N は 30dB 以上あることが望ましい。また 30dB 未満となる場所では、電波切れなどの状態になりやすく注意が必要であるので、検査の結果に記録して関係者に周知するとともに 30dB 以上になるような対策を実施することが望ましい。また、セントラルモニタへの過大入力防止のため受信信号電圧は 70dB μ V を越えないことを確認する。

測定にあたり、予め測定値を書き込むアンテナ敷設経路図を用意する。病室の広さや構造、素材によって携帯型テレメータ送信機の送信点の数や位置は変化するが、標準的に推奨される例は、図 6.3.3-5 のように各病室で患者が行動すると考えられる場所で、隣室のアンテナを含め、アンテナから遠い場所（図 6.3.3-5 の④点）で、最低 1 ヶ所以上とする。セントラルモニタの設置箇所から離れた場所や個室内のトイレなどの場所に送信機がある場合には電波強度が小さくなる傾向があることから、送信点の設定には注意すると共に、各送信点での受信電圧の変化の傾向を確認する。

測定では、携帯型テレメータ送信機を移動させる測定者と、スペクトラムアナライザで信号強度を読み取る測定者が二人一組となり、お互いに構内 PHS を借りたり、携帯電話、トランシーバーなどで連絡を取り合いながら測定をする。

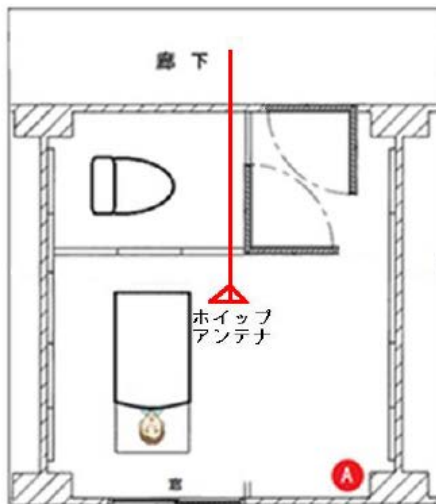
院内の電波伝搬ではフェージングにより、電界強度が落ち込むことで測定値が不安定になる場合がある。信号強度を読み取る側は、ノイズフロアと信号レベル測定を含め、スペクトラムアナライザの測定値を観測し、測定値が不安定な場合は、携帯型送信機の場所を半波長程度（約 30cm）移動してもらった後、測定値が安定した時に読み取る。

図 6.3.3-5 のように各送信点における C/N の強弱を色別に表示とすることで視覚的に受信状態の悪い場所を簡単に判断可能となる。



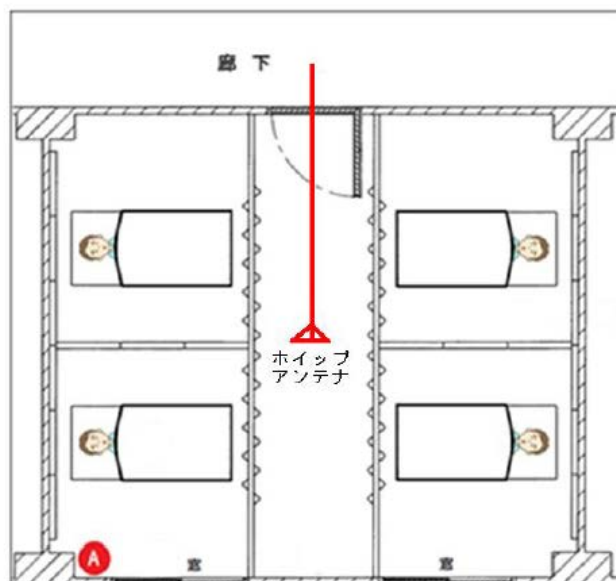
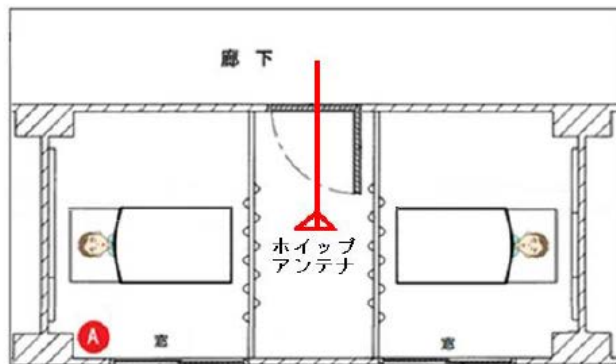
A 送信点の位置の例

(a) 漏えい同軸ケーブルアンテナシステムの送信点の位置①の例



(注) 隣の病室のアンテナと自室のアンテナの両方から最も遠い点で測定

A 送信点の位置の例



(b) マルチホイップアンテナシステムの例

図 6.3.3-5 携帯型テレメータ送信機の送信点の位置①の例

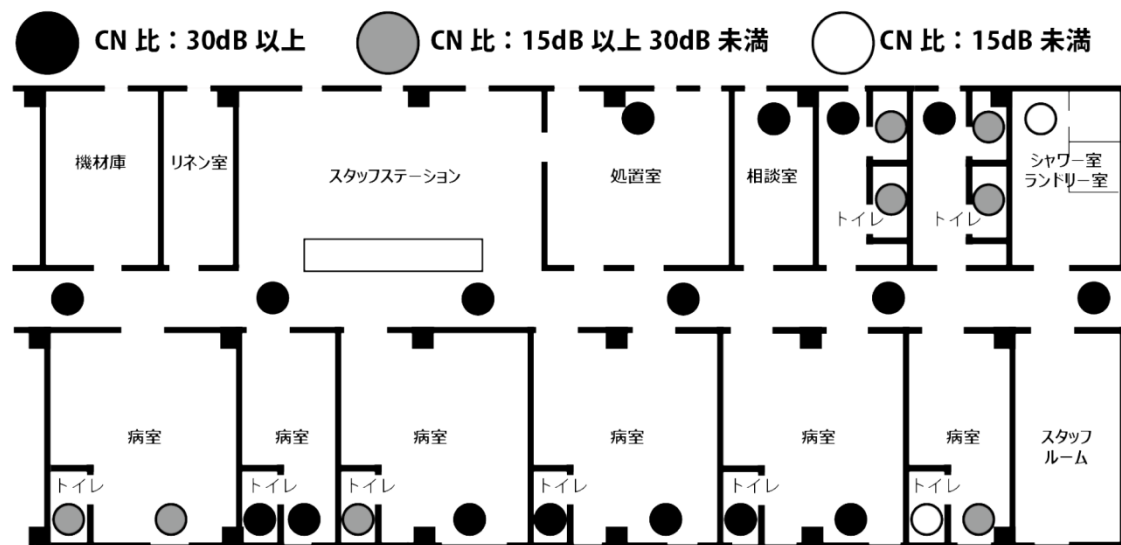


図 6.3.3-6 C/N 測定結果例

(2) 記録項目

記録項目は以下を推奨する。

- ① 測定日
- ② 測定者名、測定者所属
- ③ 医療施設名、病棟名、診療科目名
- ④ 病室名 (番号)
- ⑤ アンテナ方式 (ダイバーシティ/シングル)
- ⑥ アンテナ敷設経路図
- ⑦ 受信をしたいエリアの図
- ⑧ 測定ポイントを記載したフロア平面図
- ⑨ 携帯型テレメータ送信機の型名
- ⑩ 携帯型テレメータ送信機のチャンネル
- ⑪ セントラルモニタの型式名およびメーカー名
- ⑫ スペクトラムアナライザの型式名およびメーカー名
- ⑬ スペクトラムアナライザの設定
- ⑭ スペクトラムアナライザとアンテナの接続経路図
- ⑮ スペクトラムアナライザのシステムノイズレベル
- ⑯ バンドごとのノイズフロアレベル
- ⑰ 送信点ごとの C/N
- ⑱ 電圧の絶対値 (各送信点ごと)
- ⑲ 代表的送信点と携帯型テレメータ送信機の配置状況を示す写真
- ⑳ スペクトラムアナライザの場所状況を示す写真

付録に記録用シート例を示す。

6.3.4 診療サービス運用開始後の測定方法

患者や見舞いの者などが持ち込む各種無線機器、新規に導入される医療機器、さらに、医用テレメータの受信アンテナを構成する増幅器や分配器などの構成部品やセントラルモニタまでの接続を行う同軸ケーブルやコネクタの劣化など、医用テレメータのセントラルモニタが受信する電波環境は経年劣化も含めて長期に亘って変化していく状況となる。本測定は、このように変化した環境において、患者の想定移動範囲内で医用テレメータ送信機が移動しても、それらの場所からの信号を十分な強度で受信可能か否かを確認することを目的としている。

(1) 測定方法

携帯型テレメータ送信機を患者の想定移動範囲内を網羅するように定めた送信点に逐次移動させて、その都度、信号強度とノイズレベルをセントラルモニタの設置箇所に配置したスペクトラムアナライザで測定する。

- ① 医用テレメータの受信アンテナの配置状況とセントラルモニタの設置位置を確認する。
- ② 図 6.3.4-1 に示すように、セントラルモニタの設置箇所において、セントラルモニタへの入力ケーブルを取り外して、電流通過型 2 分配器で信号を分配し、一方をセントラルモニタ、もう一方をスペクトラムアナライザと接続する。既設の医用テレメータシステムに分配器を接続する時、受信が一瞬途絶えることを了承いただく必要があるため、本手順は事前に関係部署から了承を得た後に実施すること。
- ③ スペクトラムアナライザの各種条件を下記の周波数範囲を含んだ切りの良い周波数範囲に設定する。機種によって設定が自動化されていたり、機能が無い場合は、下記条件に準じるか近い設定とする。

- ・周波数範囲

- 420.0500MHz～421.0375MHz

- 424.4875MHz～425.9750MHz

- 429.2500MHz～429.7375MHz

- 440.5625MHz～441.5500MHz

- 444.5125MHz～445.5000MHz

- 448.6750MHz～449.6625MHz

- ・周波数スパン

- 1～2MHz（上のいずれかの周波数範囲を含む）

- ・RBW

- 8～10kHz

- VBW

RBW とおなじ、または機種依存による自動設定

- 検波

アベレージ検波、または機種依存による自動設定

- 測定値単位

$\text{dB } \mu\text{V}$ を推奨

- ④ 携帯型テレメータ送信機を、あらかじめ定めておいた送信点に移動させて、各所の地点をフロアマップなどに記載するとともに、電波を発信する。
- ⑤ スペクトラムアナライザの受信信号電圧値とノイズレベルから算出した C/N をフロアマップ内の各送信点に書き込み、携帯型テレメータ送信機からの電波の C/N が全ての位置で充分で、電波強度に低下などが起こっていないことを確認する。
- ⑥ 携帯型テレメータ送信機の送信点を 6.3.3 項と同様の位置に順次変えて、手順⑥～⑦を繰り返す。

医療機関における医用テレメータの運用の規定については、(一社)電子情報技術産業協会規格「小電力医用テレメータの運用規定³⁾」があり、医用テレメータ間での電波の混信などを避けるため、「ゾーン配置」を設定して医療機関内での全てのテレメータ送信機の無線チャンネルが重複しないように管理することが推奨されている。従って、医療関係者がゾーン毎に使用する無線チャンネルを把握・管理するのが望ましいが、電波環境測定実施前に最新のチャンネルなどの管理状況と使用実態が一致していることを確認する必要がある。

診療サービス運用開始後のセントラルモニタに受信される電波の測定結果例を図 6.3.4-1 に示す。

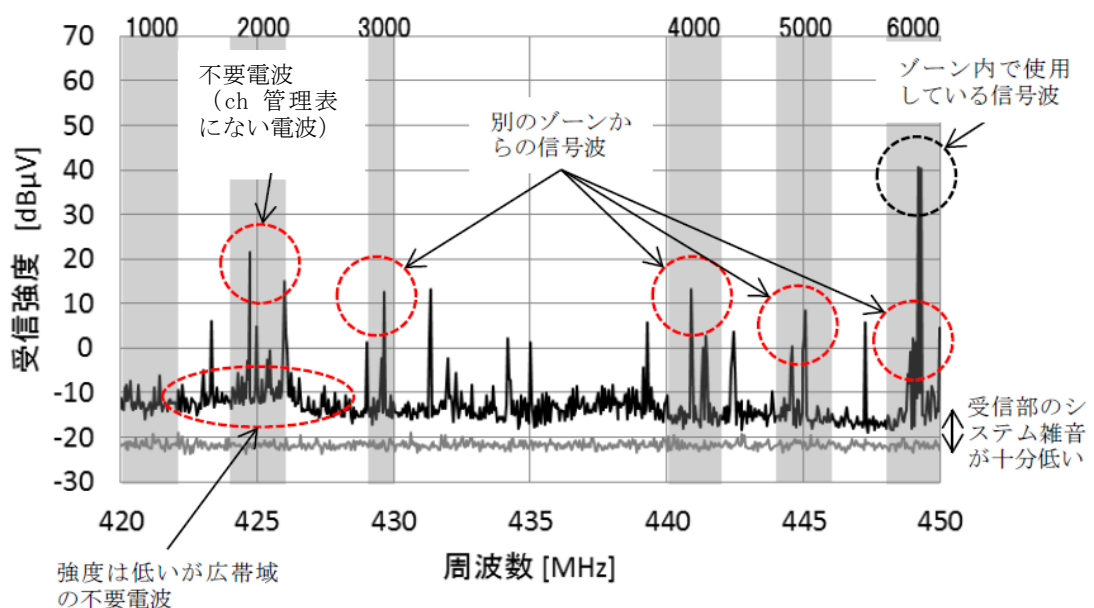
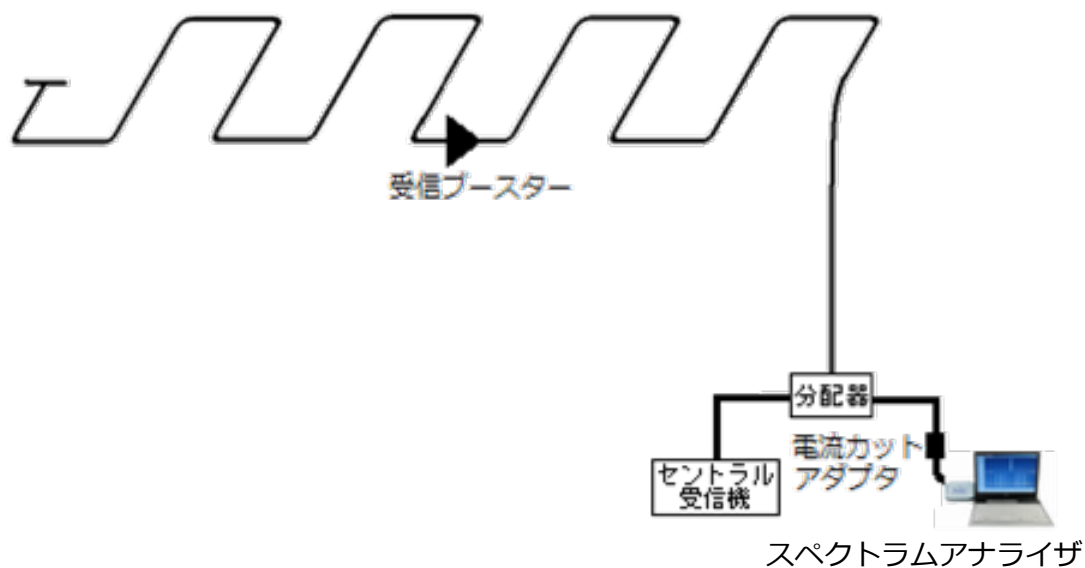


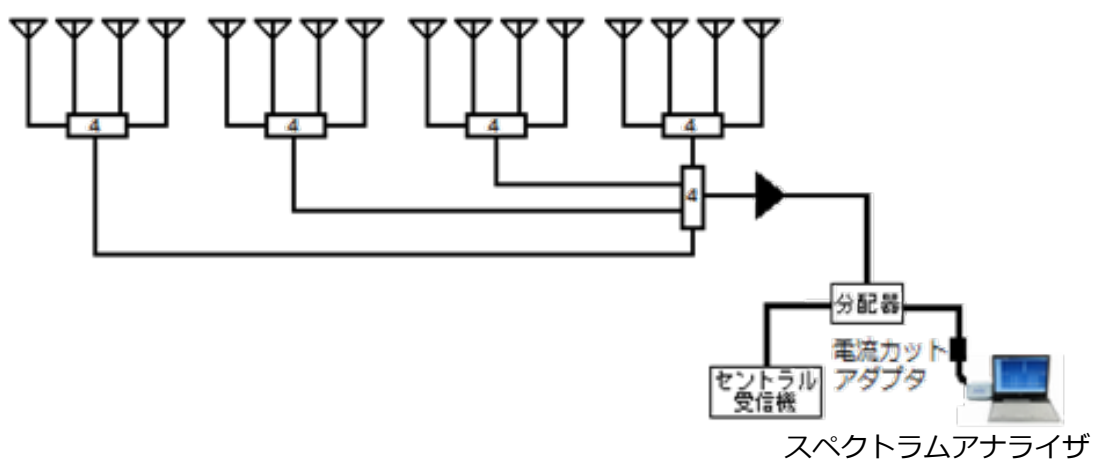
図 6.3.4-1 診療サービス運用開始後の電波環境測定結果例

基本的には 6.3.3 項の診療サービス運用開始前の測定と同様な点に注意して測定を行うが、以下に相違点を示す。

- ・ 測定機器の接続方法が異なる。医用テレメータの受信アンテナシステムが漏えい同軸ケーブル方式およびマルチアンテナ方式の場合における測定機器の構成例を図 6.3.4-1 に示す。
- ・ 測定機器の接続方法の変更にともない、セントラルモニタへの過大入力防止のため受信信号電圧値は $66\text{dB}\mu\text{V}$ を越えないことを確認する。 $66\text{dB}\mu\text{V}$ は分配器によって、6.3.3 項の測定に比べて約 4dB のロスが見込まれるためである。



(a) 漏えい同軸ケーブルアンテナの例



(b) マルチホイップアンテナの例

図 6.3.4-1 診療サービス運用開始後の電波環境測定の機器構成例

- ・ 患者の想定移動範囲内において携帯型テレメータ送信機から発信する無線チャンネルは、既に患者が運用しているチャンネルを避けるよう、予め医療関係者と協議の上決定する。
- ・ 携帯型テレメータ送信機の送信点の設定についても、可能な限り診療サービス運用開始前と同じ位置とするが、診療サービス運用開始後は、病室に患者が入院していることを配慮し、適宜変更する必要がある。
- ・ 測定地点ごとの測定結果を経時グラフなどを用いて示すことで、長期的な特性変化を把握することが有用である。例えば、携帯型テレメータ送信機を ON にした状態での強度が急激に低下している場合には、受信システムの劣化や不具合が想定され、OFF にした状態での強度が増加していれば、他の医用テレメータからの混信や電気電子機器からの不要電波の混入が想定できる。

（２）記録項目

6.3.3 項の診療サービス運用開始前の測定と同様とする。

付録

医用テレメータ電波環境点検記録表											
測定日	年 月 日 ()										
測定者名					測定者所属						
医療施設名					病棟名						
診療科名					アンテナ方式						
点検用送信機の型式						点検用送信機のチャンネル					
セントラル受信機の型式名						セントラル受信機のメーカー名					
スベアナの型式名						スベアナのメーカー名					
スベアナの設定			RBW	VBW	SPAN	検波	トレースモード				
			kHz	kHz	MHz						
スベアナのシステムノイズレベル			dB μ V (-10dB μ V以下)								
ノイズフロアレベル	BAND1	BAND2	BAND3	BAND4	BAND5	BAND6					
	dB μ V	dB μ V	dB μ V	dB μ V	dB μ V	dB μ V					
【1】	SN比算出に用いるノイズフロアレベル (上記ノイズフロアレベルの最大値)				dB μ V						

規 準	スペアナ取付方法 (どちらかに○)	受信電圧の絶対値	CN比		
	分配無し	70 dB μ V以下	不良：30dB未満 良好：30dB以上40dB未満 優良：40dB以上		
	2分配の場合	66 dB μ V以下			
SN比算出に用いるノイズフロアレベル シート④の【1】を転記				dB μ V……【1】	
送信点 (図面に対応)	部屋名	受信電圧の 絶対値 (dB μ V) 【2】	判定	CN比 (dB) 【2】 - 【1】	判定
1			OK・NG		不良・良好・優良
2			OK・NG		不良・良好・優良
3			OK・NG		不良・良好・優良
4			OK・NG		不良・良好・優良
5			OK・NG		不良・良好・優良
6			OK・NG		不良・良好・優良
7			OK・NG		不良・良好・優良
8			OK・NG		不良・良好・優良
9			OK・NG		不良・良好・優良
10			OK・NG		不良・良好・優良
11			OK・NG		不良・良好・優良
12			OK・NG		不良・良好・優良
13			OK・NG		不良・良好・優良
14			OK・NG		不良・良好・優良
15			OK・NG		不良・良好・優良
16			OK・NG		不良・良好・優良
17			OK・NG		不良・良好・優良
18			OK・NG		不良・良好・優良
19			OK・NG		不良・良好・優良
20			OK・NG		不良・良好・優良
21			OK・NG		不良・良好・優良
22			OK・NG		不良・良好・優良
23			OK・NG		不良・良好・優良

引用文献

- 1) 電波環境協会、2019 年度 医療機関における電波利用推進委員会、医療機関などにおける適正な電波利用推進に関する調査の結果, (1)病院、p.4、2020.6

参考文献

- 2) 電波法施行規則第 6 条第 4 項第 2 号(2)
- 3) 電波環境協会、医療機関における電波利用推進部会 平成 27 年度報告書、p.23、2016.4.
- 4) 電波環境協会、医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き、p.18、2016.4.
- 5) 医療用テレメータにおける生体信号伝送の双方向化などに関する調査検討会、医療用テレメータにおける生体信号伝送の双方向化などに関する調査検討報告書、p.51、2013.3.
- 6) 電波環境協会、医療機関における電波利用推進部会 平成 27 年度報告書、p.111、2016.4.
- 7) 電波環境協会、医療機関における電波利用推進部会 平成 27 年度報告書、p.23、2016.4.
- 8) 電波環境協会、医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き、p.18、2016.4.
- 9) 医療用テレメータにおける生体信号伝送の双方向化などに関する調査検討会、医療用テレメータにおける生体信号伝送の双方向化などに関する調査検討報告書、p.51、2013.3.
- 10) 電波環境協会、医療現場において安心・安全に電波を利用するための手引き、p.20、2016.4.