

一般社団法人日本画像医療システム工業会規格

JESRA TR-0041⁻²⁰¹⁴

制 定 2014年 3月11日

「MRIのQ&A」

2014年3月

一般社団法人 日本画像医療システム工業会

標準化部会標準化委員会

サイト設備設計G



2014・3・11

「MR I のQ&A」の作成に当たって

一般社団法人日本画像医療システム工業会
標準化部会標準化委員会
サイト設備設計 G (WG-7116)

序文 磁気共鳴画像診断装置（以下、MR I 装置と言う）は、医療の画像診断分野において今や必要不可欠な装置となっています。そこで、MR I 装置とMR I 施設に関する知識や理解を深めて頂く為に「MR I のQ&A」を作成しました。

1. 適用範囲 この規格は、医療用MR I 装置（3. 用語の定義参照）に適用します。ただし、医学上の研究に使用することを目的にしたMR I 装置には適用しません。

2. 目的 MR I は施設の環境に影響されるものである為、設計事務所の設計者、建築関係者、病院に従事する施設課担当者、医療従事者に対し、MR I 装置とMR I 施設に関する知識や理解を深めて頂く事を目的とします。

3. 用語の定義 本Q&Aで用いる主な用語の定義は、次のとおりです。

(1) 磁気共鳴現象を用いて画像を得る方法は「MR I」、「MR」、その画像を得る装置は「MR I 装置」、「MR 装置」等表記は違うが同義語である為、本Q&Aでは「MR I」、「MR I 装置」を使用します。

(2) 一般的に自然科学では「超伝導」、産業技術では「超電導」の表記が用いられていますが、同義語である為、本Q&Aでは「超電導」を使用します。

当サイト設備設計Gでは、MR I 装置メーカーや関連機器工事会社の専門家を集め、MR I 装置とMR I 施設に対する疑問を様々な実務体験から集大成し、よく尋ねられる疑問にお答えするよう「Q&A」の形で取りまとめました。特に、MR I 施設の建設に至る過程で出てくるような疑問やMR I に係わる話題についてもふれているので、建築に携わられる方々ばかりでなく、医療従事者の方々にも参考にいただければ幸いです。

また、当グループ発行のJESRA X-0090「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」（2001年12月JIRA発行）も御参照ください。

MRI の基礎について

- Q-1. MRI 装置を導入する場合に必要な施設の基本構造を教えてください。
- Q-2. MRI 装置はなぜ電波と磁気を使用するのでしょうか？
- Q-3. MRI 装置はなぜ体内を見ることができるのでしょうか？
- Q-4. MRI 装置と X 線 CT 装置との違いはなんのでしょうか？

MRI 装置の構造について

- Q-5. 超電導磁石型 MRI と永久磁石型 MRI の違いはなんのでしょうか？
- Q-6. 超電導 MRI 装置と液体ヘリウムの関係について教えてください。
(冷凍機と冷水装置の必要性・クエンチ現象・液体ヘリウム容器等について)
- Q-7. MRI 装置はなぜ常時「シュッコン、シュッコン」という音が出るのでしょうか？
- Q-8. MRI 装置はなぜ撮影中に大きな音が出るのでしょうか？

MRI の撮影について

- Q-9. MRI 装置にはなぜ様々な撮影用コイルと言われる物があるのでしょうか？
- Q-10. MRI 装置の検査時間はどれくらいかかるのでしょうか？

MRI 施設の設置計画について

- Q-11. MRI 装置はなぜ磁性体（車・電車等）や電源（送電線・架線等）の影響を受けるのでしょうか？
- Q-12. テナント（ビル診療所）や病院既設部屋（他室を MRI 撮影室へ改修）への MRI 装置導入計画の注意点について教えてください。
- Q-13. MRI 装置の搬入・据付時の注意点について教えてください。
- Q-14. MRI 撮影室はどうして電波シールドや磁気シールドが必要なのでしょうか？

- Q-15. MRI 撮影室のシールド性能要求レベルはメーカー毎で違いはありますか？
- Q-16. 各設備の電波シールド処理方法を教えてください。
- Q-17. MRI 装置を設置する為に床の補強を検討していますが鉄骨材を使用しても問題ないでしょうか？
- Q-18. MRI 撮影室に使用する建築部材・設備機器で磁性体（ビス・金具等）が含まれているものがありますが問題ないでしょうか？
- Q-19. MRI 撮影室にはなぜ酸素センサや酸素濃度計が必要なのでしょうか？
- Q-20. MRI 撮影室の騒音・振動に対する対策は必要ですか？
- Q-21. MRI 装置用電源接地に対する指針はありますか？
- Q-22. MRI 撮影室の空調設備について教えてください。（施工上の注意点）
- Q-23. MRI 機械室は異なる装置メーカーと共用することは可能でしょうか？
- Q-24. ヘリウム排気管について教えてください。
（ヘリウムガス排気口設置位置の注意点や材質・形状について）
- Q-25. MRI 撮影室の照明仕様について教えてください。
- Q-26. MRI 撮影室の入口扉上部に設置されている「磁場発生中」表示灯はなぜ常時点灯しているのでしょうか？
- Q-27. MRI 撮影室に設置する「非常用照明」について機種指定はありますか？
- Q-28. MRI 撮影室に設置する「火災報知器」について機種指定はありますか？
- Q-29. MRI 撮影室に「非常放送設備（非常警報設備）」を設けたいのですが大丈夫でしょうか？
- Q-30. MRI 装置を新設する場合の装置用電源設備は施工上どのタイミングで必要でしょうか？
- Q-31. MRI 撮影室に設けるシールド扉の開け方に規制はありますか？

Q-32. MRI 撮影室を計画するにあたり何か法規的規制はありますか？

MRI 装置導入後の運用管理について

Q-33. MRI 撮影室へ入室する時に注意すべき点はなんですか？

Q-34. 吸着事故防止対策として磁性体（図3-1参照）を検知できる検知器はないでしょうか？

Q-35. 万が一磁性体（図3-1参照）がMRI装置に吸着されてしまった場合の対処方法を教えてください。

Q-36. 立入制限区域の設定について教えてください。

Q-37. MRI装置の更新を考えています。既設MRI装置の搬出方法を教えてください。

Q-38. MRI撮影室の電波シールド扉に使用されているフィンガーと呼ばれている部材はなぜ必要なのでしょうか？

Q-39. MRI装置やMRI撮影室（シールドルーム）の定期点検の重要性について教えてください。

Q-40. 病院施設が停電した場合、MRI装置側の対策は必要でしょうか？
また、変電設備の定期点検等で停電する場合の事前対策は必要でしょうか？

Q-1. MRI 装置を導入する場合に必要な施設の基本構造を教えてください。

A-1

MRI 施設の基本構造は MRI 撮影室+操作室+機械室+前室で形成されており、図1は基本構造を図示したもので、各室の配置関係が分かるようになっています。

また、図2、図3は各視点からみたパース図となっており、電波シールド・磁気シールドの他、ヘリウム排気管・空調設備・冷水装置（チラー）、照明など、設計及び運用上必要と思われる代表的な構成を記載していますので、以降の設問に出てくる「用語」と下図の名称を照らし合わせて頂けると分かりやすいと思います。

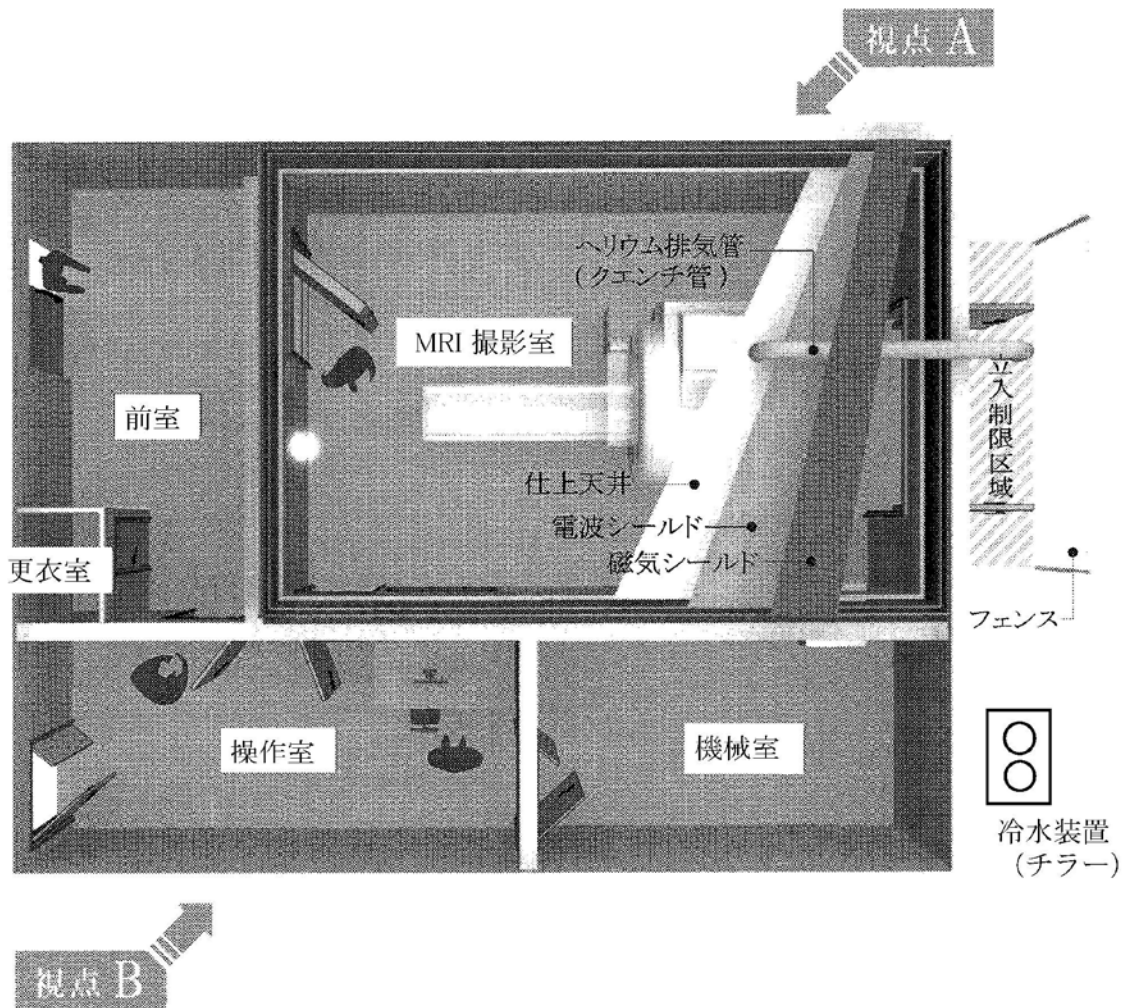


図1) MRI 施設の基本構造平面図

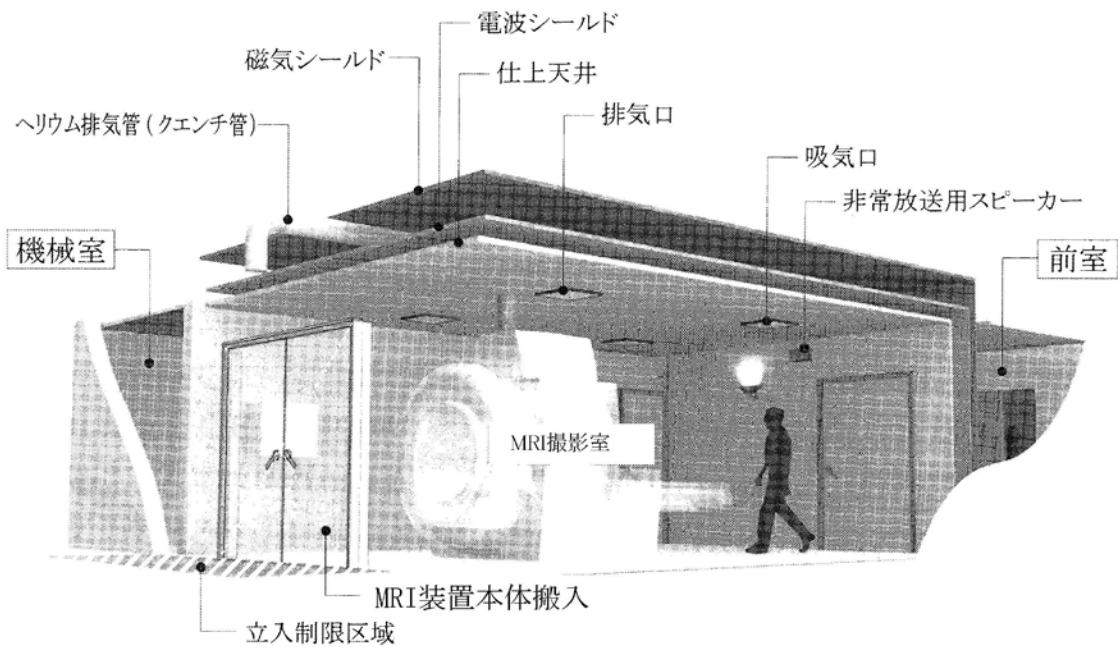


図 2) 視点 A から見た基本構造立面図

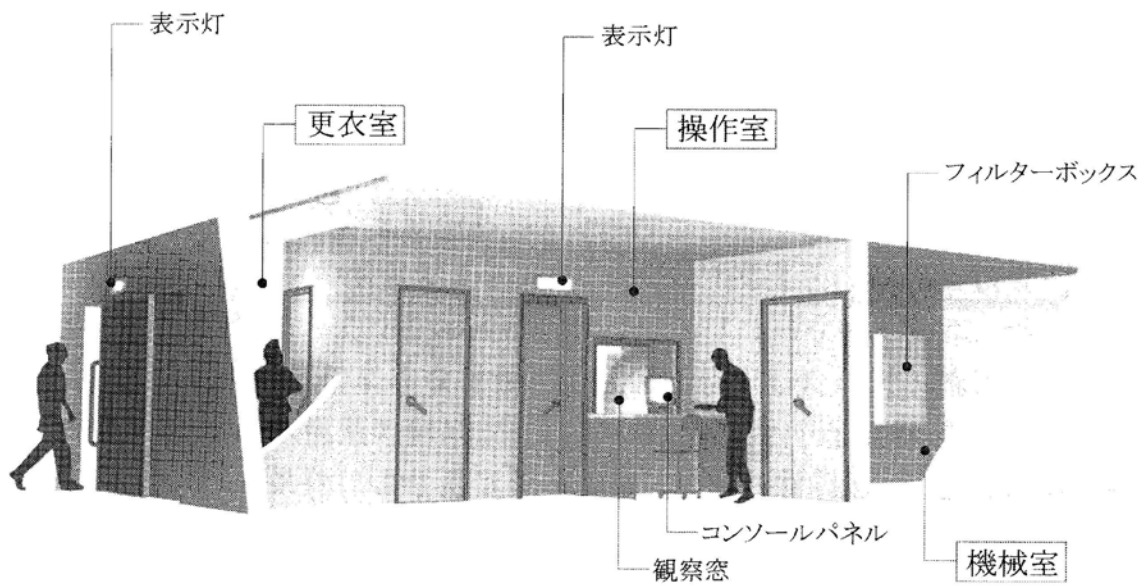


図 3) 視点 B から見た基本構造立面図

図 1, 2, 3

日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会監修 MRI 安全性の考え方 学研メディカル秀潤社 2010 より

Q-2. MRI装置はなぜ電波と磁場を使用するのでしょうか？

A-2

MRI装置は人体の中の様子を見るために、体内の水分や油分に含まれるプロトンから情報を得ています。プロトンは磁場の中に置いたときに一定の周波数の電波に共鳴して信号を出す磁気共鳴現象と呼ばれる性質をもっていますので、この現象を利用するために電波と磁場を使用しています。

注) プロトン=水素の原子核

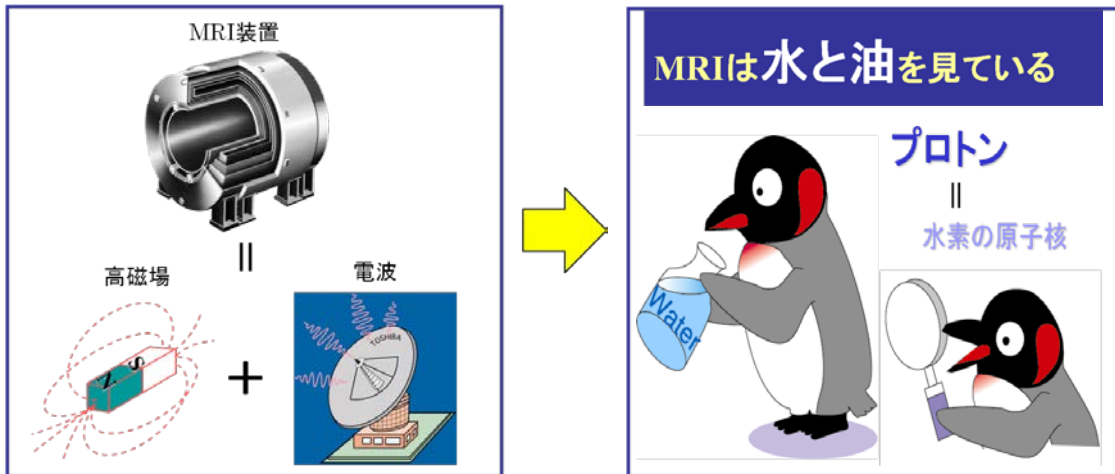


図4) 強力な磁場と電波を用いて、体内の成分や油分をみている様子

Q-3. MRI装置はなぜ体内を見ることができるのでしょうか？

A-3.

磁気共鳴現象から得られる信号は、体内の臓器や場所、病変部分により水分量や緩和時間と呼ばれる磁気共鳴特有の違いが現れます。体内から得られた信号の違いをコンピュータで生体情報（組織の違い）と位置情報に変換し断面画像にするため、体内の様子を様々な角度から観察することができます。

Q-4. MRI装置とX線CT装置との違いはなんですか？

A-4.

MRI装置とX線CT装置の違いについてまとめましたのでご参照願います。

MRI装置とX線CT装置の比較

	MRI装置	X線CT装置
・撮影方法	電波と高磁場を使用	X線を使用
・被曝の有無	放射線被曝なし	放射線被曝あり
・どのような病気の発見に優れているか	頭部:脳血管性疾患(脳梗塞)、腫瘍性疾患、変性・脱髄性疾患、先天性疾患	頭部:出血性病変、脳血管性疾患(脳動脈瘤)、腫瘍性疾患
	胸部:解離性大動脈、肺野腫瘍性病変、乳癌等	胸部:腫瘍性病変、び慢性肺疾患、肺塞柱、冠動脈(石炭化、狭窄)、大動脈疾患
	腹部:肝細胞癌、総胆管結石、のう胞等	腹部:腫瘍(肝臓、膵胆道系)、嚢胞性疾患、大腸
	骨盤部:筋腫、のう胞、癌、結石等	骨盤部:腫瘍、結石等
	脊椎:ヘルニア、脱髄、炎症性疾患	脊椎:側湾症、変性性疾患
	四肢・関節・骨・軟部:靭帯断裂、半月板損傷、腱板断裂、軟部腫瘍等	四肢・関節・骨:骨病変、腫瘍、血管性疾患(閉塞性動脈硬化症、下肢静脈血柱)、炎症
・撮影断面	任意の断面(縦・横・斜め)で撮像可能	横断面
・撮影のコントラスト	やわらかいのが得意	硬いものが得意(骨等)
・検査時間	15~30分程度	5~10分程度
・撮像時間	画像の種類により、数秒~10分以上など、さまざま(撮影時間が長い為、動きに弱い)	0.5秒~20秒程度
・シールド工事	電波シールドと磁気シールド	X線シールド(X線防護)

Q-5. 超電導磁石型 MRI と永久磁石型 MRI の違いはなんですか？

A-5.

超電導磁石型 MRI と永久磁石型 MRI の違いについてまとめましたのでご参照願います。

磁石の違いによるMRI装置の比較(平成24年5月現在)

T:テスラ

用途	超電導磁石型MRI	永久磁石型MRI
静磁場強度(人体用)	1.2~3.0T(~9.4T:研究用)	0.2~0.4T
漏えい磁場	大	小
緊急排気などの付帯設備	要	不要
液体ヘリウムの使用	要	不要
電源容量	200/400V 50~130kVA	200V 9.5~10kVA
空調の必要能力	高	低
質量	4t~7t	10t程度
MRI撮影室スペース	約30m ²	約20m ²
機械室	必要	不要(遮音のためには有用)

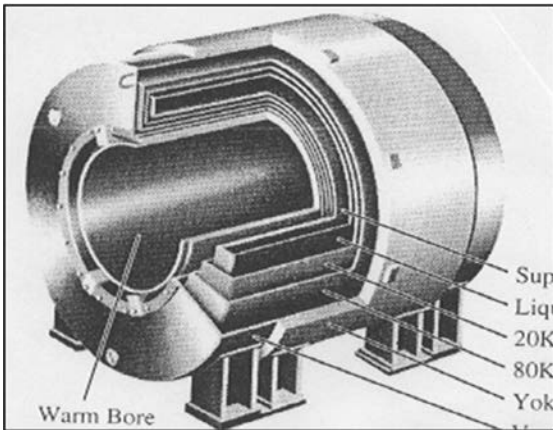


図5) 超電導磁石型MRI構造例

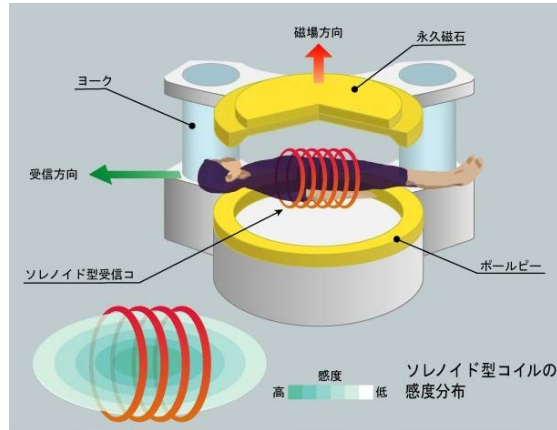


図6) 永久磁石型MRI構造例

Q-6. 超電導 MRI 装置と液体ヘリウムの関係について教えてください。

(冷凍機と冷水装置の必要性・クエンチ現象・液体ヘリウム容器

等に

ついて)

A-6.

★超電導 MRI 装置と液体ヘリウムの関係

超電導 MRI 装置内部は、コイル線材としてニオブチタン (NbTi、9.3K=-263.9℃以下で超電導状態となる) を使用し、当該線材の超電導状態を保つ為、液体ヘリウム (沸点 4K=-268℃) の中で冷却されています。K:ケルビン(温度測定単位) °C=K - 273.15

★冷凍機と冷水装置の必要性について

冷凍機は、機械室に設置される高圧ガスを送る圧縮機と MRI 装置に設置されている冷却部のコールドヘッドに分けられます。動作としては圧縮機より送られた高圧ヘリウムガスをコールドヘッド内で断熱膨張させ、得られる低温を MRI 装置の熱輻射シールドに供給することで、液体ヘリウム層への熱侵入を防ぎ、液体ヘリウムの消費量を低減させます。冷凍機を運転している場合には、液体ヘリウムの補充は1年以上不要になります。冷凍機運転により多量の熱が発生しますので、水循環式による冷水装置を設置し、冷凍機発熱を低減させることが必要になります。冷凍機と冷水装置の仕様については装置メーカーへお問い合わせ願います。

★クエンチ現象¹⁾

MRI装置は、電磁コイルを超電導状態(-269℃)まで液体ヘリウムで冷却しているが、それが何らかの原因で常電導状態に遷移し磁場が消失してしまう現象をクエンチといいます。例えば、停電や金属吸着などで急激に磁場が変わると電気抵抗が変化し、コイルを流れる電流が熱に変わる事で液体ヘリウムが気化され、クエンチがおこります。ヘリウムの気化膨張率は約700倍で、充填量は装置メーカーの仕様やMRI装置の磁場強度によって異なります(3TのMRI装置は1.5TのMRI装置よりも多い)が、最大の条件が揃った場合は約1,000 m³のガスが急激に発生します。それがMRI撮影室に漏出してしまった場合には酸欠事故の恐れがあるので、安全対策を講じなければなりません。

★液体ヘリウム容器及び充填について²⁾

近年の冷凍機技術のめざましい発展に伴い、液体ヘリウムのボイルオフ比率が向上していますがやはり、何度かの液体ヘリウムの補充が必要となります。補充の際は、液体ヘリウム容器(非磁性材)とMRI装置を接続させるパイプ(トランスファーチューブ)を装着しますが、上部に挿入するためには液体ヘリウム容器の倍以上の高さ(作業スペース)が必要となります。そのため、十分な高さを得られるようMRI撮影室以外の前室や廊下に点検口(60 cm 推奨)を設けます。又、液体ヘリウム容器のサイズは装置メーカーや容器容量によって異なるため、液体ヘリウム取扱会社に確認の上、シールド扉のサイズや搬入経路の検討を行う必要もあります。

文献 1) 2)

日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会監修 MRI 安全性の考え方 学研メディカル秀潤社 2010 より



図7) トランスファーチューブ取付け例



図8) 液体ヘリウム容器形状例

(写真提供：太陽日酸株式会社)

図7, 8

Q-7. MRI 装置はなぜ常時「シュッコン、シュッコン」という音が出るのでしょうか？

A-7.

超電導 MRI 装置は強力な磁場を使うため、超電導素材を使用したコイルを使用しています。また、超電導素材は極低温を保つ必要があり、常に液体ヘリウムで冷却されています。この液体ヘリウムを冷却するために超電導 MRI 装置には冷凍機が取り付けられ、コンプレッサーにより常時冷却が行われています。このコンプレッサー音が「シュッコン、シュッコン」といった断続的な音となっているのです。

Q-8. MRI 装置はなぜ撮影中に大きな音が出るのでしょうか？

A-8.

体内臓器の位置情報等を得る為には、磁場の強さや向きが変動する「傾斜磁場」が必要となります。MRI 装置内部に取り付けられた「傾斜磁場コイル」は、磁場を高速に切替える際の大きな力によって振動してしまいます。そのため、撮影の仕方によって「ガンガン」「ビービービー」「ダダダダ」といった様々な大きな音が発生するのです。

Q-9. MRI 装置にはなぜ様々な撮影用コイルと言われる物があるのでしょうか？

A-9.

MRI 撮影のときには、頭部や脊椎、腹部など、撮影部位に応じた受信コイルを装着します。受信コイルは MRI 信号の検出器にあたり、体内から得られる MRI 信号は非常に微弱な信号のため、より良い画像を得るには、出来るだけ検出器を撮影部位に近づける必要がありますので、部位ごとに最適な大きさや形状を考慮して様々なコイルを使用しているのです。

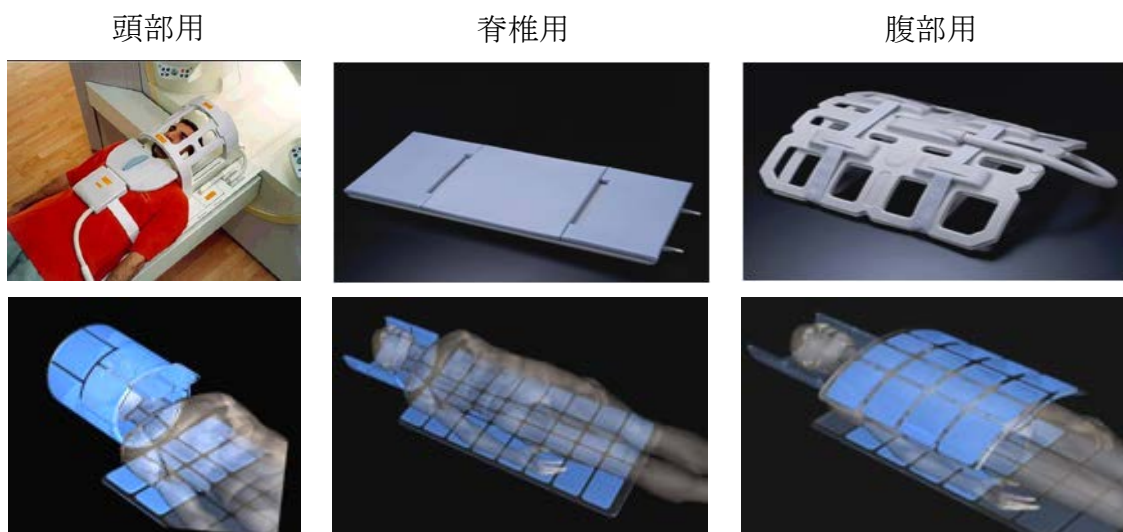


図9) 受信コイル使用例

Q-10. MRI 装置の検査時間はどれくらいかかるでしょうか？

A-10.

一件の検査時間の目安としては15~30分が妥当だと思います。

撮影の部位や画像種類によって、一つの撮影に20秒~5分程と大きな差があります。また、撮影の断面や画像種類の組合せが必要なため、3~6回程度の撮影が行われます。詳細は下記を参照願います。

- ・頭部：横断像メイン-撮影回数5回位、MR アンギオ付きで15分位
- ・脊椎：縦切りと横断面-撮影回数4回位、20分位
- ・腹部：横断面メイン-息止めで行うので、20秒×6回位+造影15分位など
- ・救急の場合：撮るものを絞って8分位

Q-11. MRI 装置はなぜ磁性体（車・電車等）や電源（送電線・架線等）の影響を受けるのでしょうか？

A-11.

MRI 装置で使用している磁石は、非常に高い磁場の均一性を保っていますが、この磁場の強さが乱れた状態では、体内の位置情報が正しく表示されなくなります。

- ・磁場の均一性が乱れる要因

車や電車は磁性体を多く含んでいるため、MRI 装置の設置場所の近くを通過すると MRI 装置の磁場がこの磁性体に引き寄せられる事で磁場の均一性が乱れ、位置情報が正しく表示されなくなり、画像に影響が出てしまいます。また、高圧線や電源線なども電線周囲の渦電流による磁場が発生するため、画像に影響が出てしまうことがあります。

よって、MRI 装置の設置場所の近くに上記のような環境が存在する場合は事前環境測定が必要となります。

Q-12. テナント（ビル診療所）や病院既設部屋（他室をMRI撮影室へ改修）へのMRI装置導入計画の注意点について教えてください。

A-12.

床の耐荷重・耐振動・騒音・躯体の磁性体重量・搬入経路・ヘリウム配管経路及び放出位置・階高・周囲への漏えい磁場・周囲からの変動磁場の影響等を考慮する必要がありますので、現場調査が重要となります。

Q-13. MRI装置の搬入・据付時の注意点について教えてください。

A-13.

★搬入について

MRI装置が数トン～数十トンの重量物のため、クレーンの作業スペース、搬入経路の床耐荷重や開口の大きさを考慮する必要があります。クレーン作業による騒音が発生しますので、休日・夜間作業の時間設定は注意が必要となります。

★据付について

磁場立上げ後は常時磁場が発生していますので、稼働中と同様、磁性体（図3-1参照）の持ち込み禁止、関係者以外は立ち入りとなり、建設の残工事などの作業はできません。また、調整中にクエンチ現象が起こることもありますので、立入禁止標示板等での注意喚起が必要です。（図1-9参照）

Q-14. MRI撮影室はどうして電波シールドや磁気シールドが必要なのでしょう？

A-14.

★電波シールド

- ・外来電波によるMRI装置への影響

ある一定の周波数帯域の外来電波がMRI撮影室内へ侵入すると、画像歪みや画像ノイズの発生原因となるので、その電波侵入を防ぐためです。

- ・MRI装置による周辺機器への影響

MRI装置が発生する電波（高出力パルス）が周辺機器の動作に影響を与えてしまうので、その電波がMRI撮影室外への漏洩を防ぐためです。

下記に代表的な電波シールド工法を示します。

- ・築造方式

下地材は木材を使用し、銅箔（0.07 mm）を溶接工法（半田付け）にて施工する工法です。

・パネル方式

銅板を工場でパネル加工したものをモジュール単位で組立てる組立工法です。

★磁気シールド

・外乱磁気ノイズによる MRI 装置への影響

MRI 撮影室の周囲に自動車・鉄道・エレベーターなど移動する大きな磁性体や、高圧送電線・電気室などの磁場変動の発生源がある場合、それらが発生する磁気ノイズによって MRI 装置の磁場均一性が妨げられ画像に影響を与えるので、その磁場の侵入を抑えるためです。

・漏えい磁場の人体・周辺機器への影響

MRI 装置から出る強い磁場が人体・周辺機器（画像診断装置・電子機器等）に影響を与えないよう、一定範囲まで漏えい磁場を抑えるためです。

Q-15. MRI 撮影室のシールド性能要求レベルはメーカー毎で違いはありますか？

A-15.

装置メーカー毎に設置基準が違いますので、詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

Q-16. 各設備の電波シールド処理方法を教えてください。

A-16.

★電気配線処理

電気配線には様々な電磁ノイズが混在しているため、電波シールドを貫通する電気配線はそれらを遮断して必要な周波数帯だけを通過させなければなりません。そのため電波シールドを貫通させる場合は必ず電磁ノイズを遮断させるノイズフィルターを経由させて下さい。（図10参照）

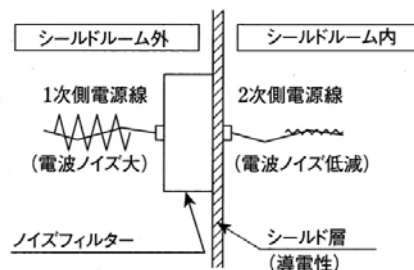


図10) ノイズフィルターの構造

★シールドアース

建屋と電氣的に絶縁したシールド層は感電防止のための接地が必要であり、更にノイズ防

止のため1点接地として下さい。(図1 1参照)

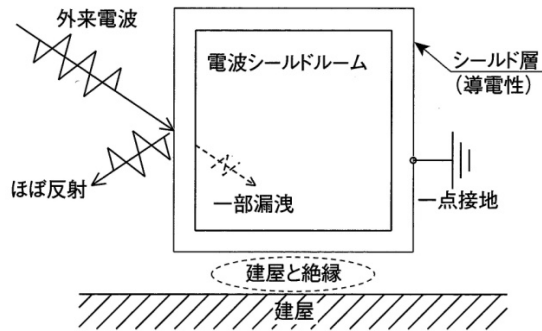


図1 1) シールドアースの構造

図1 0, 1 1

日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会監修 MRI 安全性の考え方 学研メディカル秀潤社 2010 より

★配管処理

導電性貫通物がシールド層に接触すると電波が漏れてしまうため、導電性のある配管類が電波シールドを貫通する場合は、その表層を伝搬するノイズ（伝導ノイズ）を遮断する必要があります。ヘリウム排気管の場合は、電波シールド層の貫通部と配管との間に電気的導通性の高い鋼管（導波管という）を介在させなければなりません。（図1 2参照）また、この導波管はシールド性能に応じてその直径や長さを検討する必要があります。

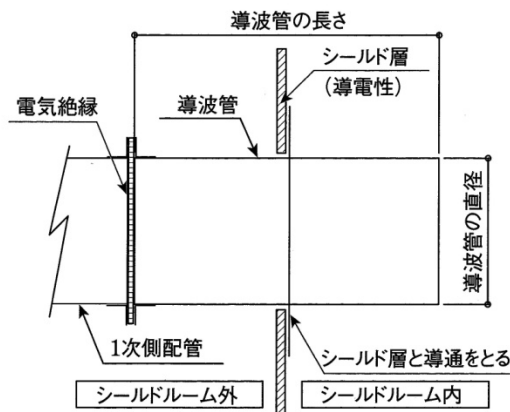


図1 2) 導波管の構造
(ヘリウム排気管部)

図1 2

日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会監修 MRI 安全性の考え方 学研メディカル秀潤社 2010 より

Q-17. MRI 装置を設置する為に床の補強を検討していますが鉄骨材を使用しても問題ないでしょうか？

A-17.

MRI 装置の磁場均一調整（シミング調整）が出来なくなる為、MRI 装置の直下に鉄骨材を使用することは出来ません。非磁性体（SUS 材等）の補強方法を検討してください。

Q-18. MRI 撮影室に使用する建築部材・設備機器で磁性体（ビス・金具等）が含まれているものがありますが問題ないでしょうか？

A-18.

電波シールド層より内側については原則、非磁性体での施工になります。よって、天井点検口もアルミあるいはステンレス製の点検口になります。

但し、MRI 装置の稼動時において、外れることのない軽量建材（固定用ビス・金具）や設備器具については使用可能です。（交換するものは対応不可）

Q-19. MRI 撮影室にはなぜ酸素センサや酸素濃度計が必要なのでしょうか？

A-19.

MRI 撮影室内にヘリウムガスが漏出した場合の酸欠事故を防止する為に酸素センサや酸素濃度計を設置して常時監視できる仕組みになっています。大気中の酸素濃度は 20.9% ですが、これが 18% まで下がると酸素濃度計（酸素モニタ）のアラームが作動し、医療従事者に異常を知らせます。また、アラームと連動して自動的に緊急排気システムが作動する仕組みにもなっています。注）酸素濃度 18% 以下の状態を酸素欠乏といいます。

Q-20. MRI 撮影室の騒音・振動に対する対策は必要ですか？

A-20.

MRI 撮影室及び機械室に配置される機器は騒音を発生させるため、当該室の壁（界壁）、床、天井、建具や空調ダクト等への防音対策が必要となります。根本的な防音対策については、建物構造や周辺環境に合わせた建物側での対策が必要となりますので、発生騒音については装置メーカーの設置計画資料をご参照の上、ご検討をお願い致します。

★各騒音・振動対策例

- ・MRI 撮影室：吸音材仕上げ・浮床構造
- ・界壁・間仕切壁・シールド建具：グラスウール充填（図 1-3 参照）
- ・CPU 室：建具はセミエアタイト仕様以上

★特に注意を要する周辺環境

- ・病院：病室・読影室・カンファレンス室への影響

・テナントビル：他テナントへの影響

なお、屋外に設置する冷水装置（チラー）が含まれる場合は、冷水装置も騒音源となるため、周辺環境などを考慮の上、設置場所を検討願います。（冷水装置側での騒音対策には限界があります）

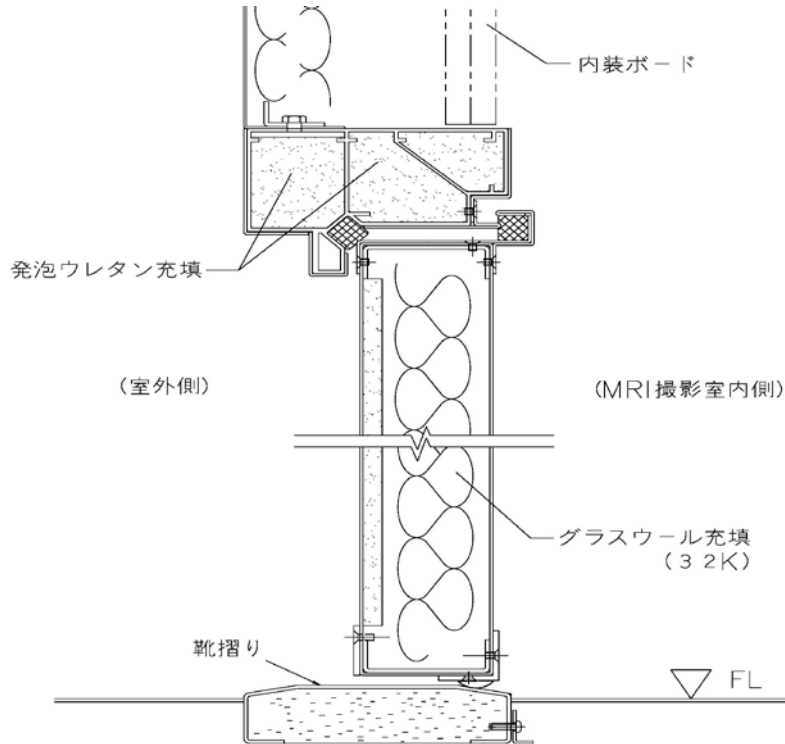


図 1 3) シールド建具断面詳細参考例

Q-21. MRI 装置用電源接地に対する指針はありますか？

A-21.

一般的に、医用室（診察・検査・治療・監視等の医療を行うための室）に設置される MRI 装置は、病院電気設備の安全基準（JIS T 1022）により、所定の保護接地を施し、使用の安全確保をはかることが規定されていますので、各 MRI 装置の設置仕様に従った専用接地としなければなりません。

注）電波シールドも接地（シールドアース）が必要です。

Q-22. MRI 撮影室の空調設備について教えてください。(施工上の注意点)

A-22.

MRI 装置は精密機械であるため、不適切な温湿度管理は画像に悪影響を与え、急激な温度変化により結露が発生した場合は機器の破損に繋がる可能性があります。よって MRI 装置メーカーに空調条件を確認の上、適正な温湿度管理を計画しなければなりません。また、結露が原因で電波シールド材が劣化し、シールド性能低下に繋がる可能性もあります。よって、MRI 装置が設置される部屋の空調設備は直接外気を取込まない構造とし、24 時間運転や単独空調システムとする必要があります。

MRI 撮影室用の空調機は、磁場やノイズの影響を考慮した位置に設置しなければなりません。また、MRI 撮影室の空調開口部はノイズを遮断しなければならないため、ハニカムフィルターを装着する必要があります。(図 1 4 参照)

なお、MRI 撮影時の患者の体温の上昇を防ぐために MRI 撮影室の設定温度は 25 °C 以下にしなければなりません。(JIS Z4951 : 2012 による)

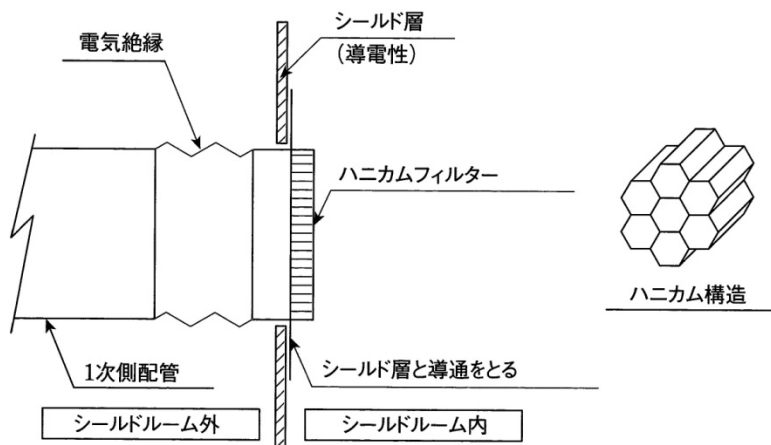


図 1 4) ハニカムフィルターの構造

図 1 4

日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会監修 MRI 安全性の考え方 学研メディカル秀潤社 2010 より

Q-23. MRI 機械室は異なる装置メーカーと共有することは可能でしょうか？

A-23.

MRI 装置メーカーが要求する設置条件 (電源・空調・耐磁性能・メンテナンススペース・搬入など) を満たす事が出来れば、機械室の共用は可能です。ノイズなどの影響でユニット同

士を離す必要がある機種は、他機種への影響も考慮する必要がありますので、詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

Q-24. ヘリウム排気管について教えてください。

(ヘリウムガス排気口設置位置の注意点や材質・形状について)

A-24.

★ヘリウム排気管

クエンチ現象により MRI 本体から発生する多量のヘリウムガスを、屋外のヘリウムガス排気口から直接排出させるための排気管の事です。(図15参照)

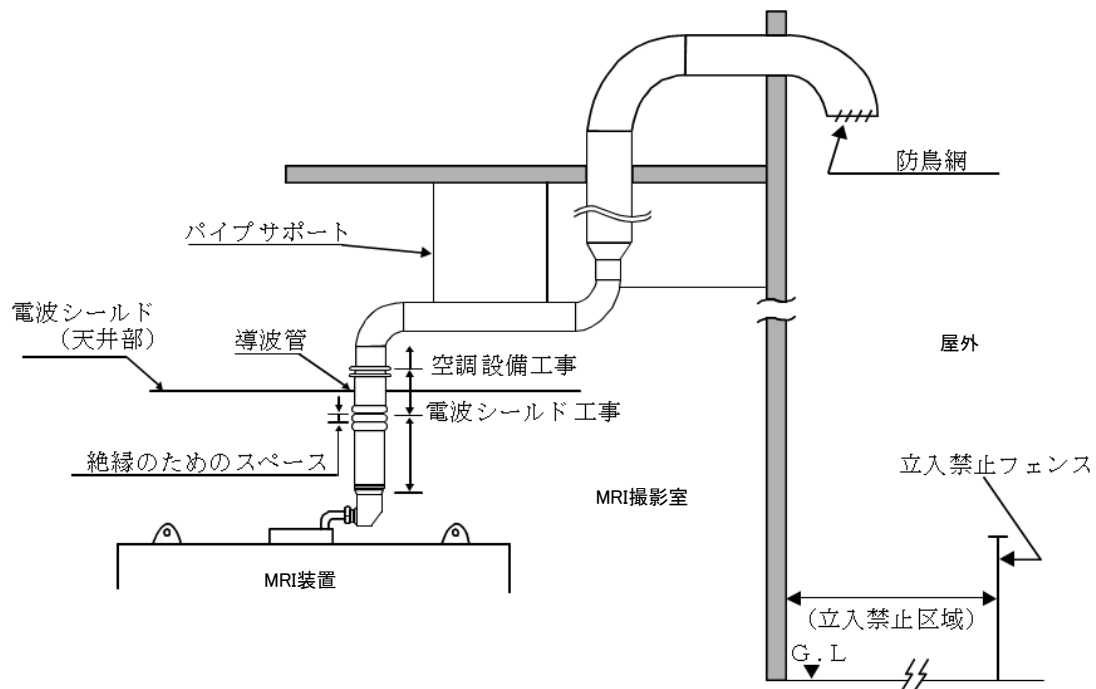


図15) ヘリウム排気管施工例

図15

医用放射線機器点検技術者認定講習会 MR 装置専門講習テキスト

日本画像医療システム工業会 医用放射線機器安全管理センター, p.151, p.152, 2006 より (一部改訂)

★ヘリウム排気管の形状・部材について

液体ヘリウムが気化すると容積比は700倍以上になります。その気化したヘリウムガスは約-200℃の超低温高圧力ガスとなりヘリウム排気管を通過しますので、超低温排気管は一般的にステンレス材としております。尚、ジャバラ管やスパイラル管は-200℃の超低温排気管としては性能的に不適切かと思われます。また、MRI装置本体の破損を避けるため極低温のヘリウムガスの通過圧力を考慮して適切な配管径を選定する必要がありますので、装置

メーカーで検討した推奨径にて施工をお願いします。

★ヘリウムガス排気口の設置位置について

ヘリウムガス排気口の設置位置は、放出されたヘリウムガス（約-200℃）を人が直接浴びた場合及び低温となった配管や付着した液体に触れた場合の低温やけどや建物外壁材の破損を防ぐために、周囲への影響を考慮して3 m以上離すことを目安とします。また、同じ壁面に窓や空調用吸気口（ガラリ等）がある場合は、放出されたヘリウムガスの再入を防ぐために、ヘリウムガス排気口から3 m（上方の場合は6 m）以上離れた位置を目安とし、ヘリウムガス排気口付近には立入り禁止の標示板を取付けて下さい。（図16、18、19参照）

注）ヘリウムガスは火災煙と誤認される場合があるため、事前に周辺住民や所轄消防への説明が必要となります。

★ヘリウムガス排気口の開口部の構造について

ヘリウム排気口の開口部には外部からの異物の侵入を防ぐために防鳥網（網目10～15 mm程度）を設置します。また、クエンチ現象により内部保温材やバーストディスク破片（MRI装置とヘリウム排気管の間はバーストディスクと呼ばれる板で仕切られており、クエンチ現象によるヘリウムガスの排気圧によって貫通）が飛び出る可能性がありますので、ヘリウム排気口の下側にステンレス板を設ける等の工夫も必要です。（図17参照）詳細はMRI装置メーカーに相談して下さい。

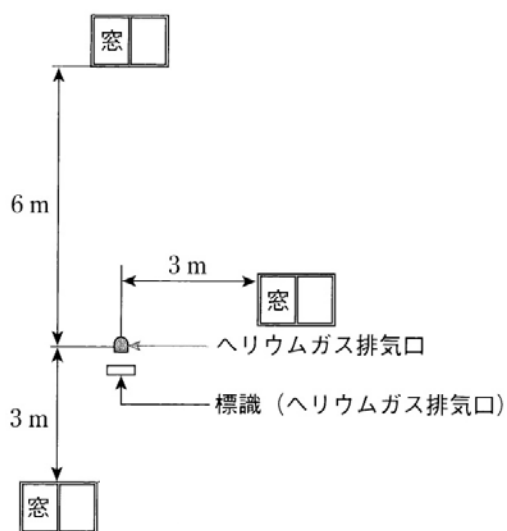


図16) ヘリウムガス排気口の配置及び排気状況例



図17) ヘリウムガス排気口の開口部施工例

図16、17

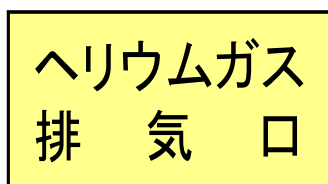


図 1 8) 排気口ラベル例



図 1 9) 立入禁止標示板例

図 1 8, 1 9

JESRA X-0090「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」より

Q-25. MRI 撮影室の照明仕様について教えてください。

A-25.

★使用可能な照明

ハロゲンランプ・LED・クリプトン球が対応可能です。

注 1) LED についてはノイズ低減対策（電源部は MRI 撮影室外別置タイプ）されたもののみ使用可能です。詳細については装置メーカーへ確認願います。

注 2) LED は長寿命のため電球交換が少ないので、交換作業時の吸着事故リスクが大幅に低減されます。

注 3) 蛍光灯は画像に影響（ノイズ）が出るため使用不可能です。

★照度について

200 lx～500 lx が望ましいとされています。（JIS Z9110「照度基準」病院より）

注) 手元が暗い場合はスポットライトを追加する等の工夫が必要です。

Q-26. MRI 撮影室の入口扉上部に設置されている「磁場発生中」表示灯はなぜ常時点灯しているのでしょうか？

A-26.

MRI 装置は常時強い磁場を発生させているため、「磁場発生中」表示灯を設置して注意喚起する必要があります。取付け位置は MRI 撮影室の出入口上部が一般的ですが、各自治体によって解釈が異なる場合があるので、事前確認が必要です。また、「磁場発生中」表示灯は常時点灯としなければなりません。（図 2 0 参照）

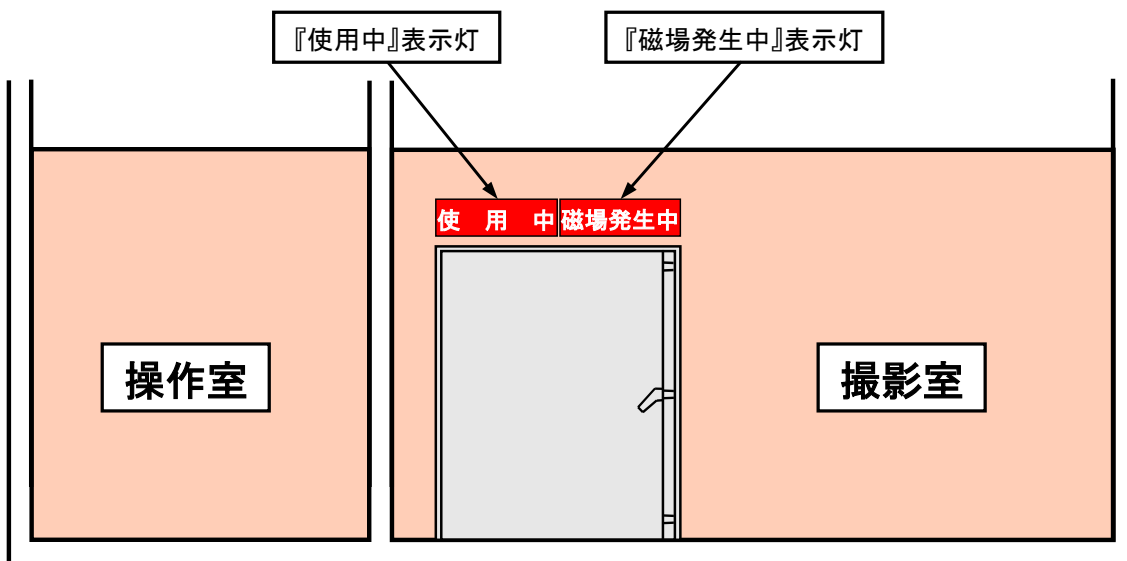


図 2 0) 各表示灯の設置例

図 2 0

JESRA X-0090「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」より

Q-27. MRI 撮影室に設置する「非常用照明」について機種指定はありますか？

A-27.

非常照明のバッテリー別置型・バッテリー内蔵型どちらでも対応可能。

(図 2 1, 2 2, 2 3 参照)

注) MRI 装置本体から極力離れた位置へ設置願います。



図 2 1) バッテリー別置型非常照明例 (露出型)



図 2 2) 蓄電池内蔵型非常照明例 (露出型)



図 2 3) 蓄電池内蔵型非常照明例 (埋込型)

Q-28. MRI 撮影室に設置する「火災報知器」について機種指定はありますか？

A-28.

MRI 撮影室は、消防法により自動火災報知設備の設置が義務付けられています。火災報知器は熱感知式と煙感知式がありますが MRI 撮影室は無窓居室となるため、消防法により熱感知式が設置できません。しかし、所轄消防署と事前協議し、了解を得ることで熱感知式を選定できる場合があります。詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

注 1) 煙感知器は液体ヘリウムが気化するときに発生する水蒸気により誤作動する恐れがあります。

注 2) 熱感知器の「デジタル伝送型」は MRI 装置本体から発生する電磁波により誤動作する恐れがありますので「差動式スポット型」を選定願います。

注 3) MRI 装置本体から極力離れた位置へ設置願います。

Q-29. MRI 撮影室に「非常放送設備（非常警報設備）」を設けたいのですが大丈夫でしょうか？

A-29.

大丈夫です。但し、非常放送設備には様々な規定が有りますので、詳細については所轄消防署へご確認願います。

注 1) MRI 装置本体から極力離れた位置へ設置願います。

注 2) 非常放送用配線は必ずラインフィルターを介してノイズ対策を行って下さい。

Q-30. MRI 装置を新設する場合の装置用電源設備はどのタイミングで必要でしょうか？

A-30.

超電導型 MRI 装置は、搬入後速やかに据付調整し超電導状態を維持します。そのため、搬入時に MRI 装置本体、冷水装置（チラー）に加え建物設備（照明・コンセント・空調設備）の本設電源が必要となります。詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

Q-31. MRI 撮影室に設けるシールド扉の開け方に規制はありますか？

A-31.

MRI 撮影室のシールド扉は、排気・換気システムが故障した場合、撮影室内気圧の上昇がシールド扉の開閉を妨げる可能性があるため、MRI 撮影室から見て外側に開くか加圧状態でも開閉可能なスライド式として下さい。なお、シールド扉が MRI 撮影室から見て内側に開く扉のみの場合、気圧上昇予防策として、例えば 60 cm×60 cm 以上の排気開口を設け、減圧出来るようにして下さい。

Q-32. MRI 撮影室を計画するにあたり何か法的規制はありますか？

A-32.

建築基準法、消防法、医療法等様々な法律が関係しますので、MRI 撮影室の計画を担当される設計事務所や建設会社へご相談願います。

Q-33. MRI 撮影室へ入室する時に注意すべき点はなんですか？

A-33.

管理者※の指示に従って、身につけている磁性体（図31参照）を全て取り外してから入室して下さい。詳細はMRI 撮影室の患者入室用シールド扉またはその周辺にMRI 安全標識や注意書銘板が取り付けられていますので、内容を確認願います。

(図24, 25, 26参照)

※工事中の場合は建設会社または装置メーカー

※装置稼働後の場合は医療従事者



図24) MRI安全標識例

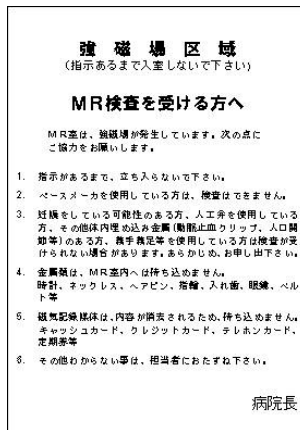


図25) 患者用注意銘板例

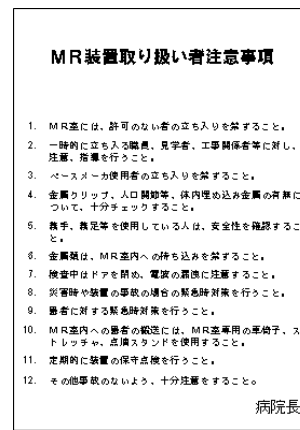


図26) 医療従事者用注意銘板例

図24, 25, 26

JESRA X-0090「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」より

Q-34. 吸着事故防止対策として磁性体（図31参照）を検知できる検知器はないでしょうか？

A-34.

磁性体検知器は有ります。MRI 装置は強力な磁場を使用しているため、MRI 撮影室内へ知らずに磁性体を持ち込んでしまう場合や、ついとうっかり持ち込んでしまう場合などによる吸着事故の発生が後を絶ちません。特に大型の磁性体は非常に強い力でMRI 装置に引き付けられるため、人体に当たれば大事故に繋がります。そのような吸着事故を防止するための手段として、磁性体検知器による事前検知が有効となります。

MRI 撮影室の患者入室用シールド扉の前に設置して、入室前に磁性体を検知するゲート型（図 2 7 参照）及びポール型（図 2 8 参照）や、予め MRI 撮影室内に持込む器具・機材に装着させておき、吸着の恐れのある磁場強度に近づいた場合に警報を鳴らす強磁場警報器型（図 2 9 参照）も有ります。



図 2 7) ゲート型磁性体検知器



図 2 8) ポール型磁性体検知器



図 2 9) 小型強磁場警報器

Q-35. 万が一磁性体（図 3 1 参照）が MRI 装置に吸着されたしまった場合の対処方法を教えてください。

A-35.

磁性体が吸着した場合は、先ず管理者※へ連絡して指示を仰いで下さい。

※工事中の場合は建設会社または装置メーカー

※装置稼働後の場合は医療従事者

注) 吸着してしまった磁性体を無理に取り除いた場合、思わぬ怪我や機器の破損を招く事があります。

Q-36. 立入制限区域の設定について教えてください。

A-36.

立入制限区域とは、漏えい磁場強度 0.5 mT（ミリテスラ）以上の区域への立入を制限している領域であり、その区域を適切に管理できるよう病院施設管理者が床への標示・柵又はその他の方法による表示をします。詳細については JIS Z 4951：2012 を参照願います。

Q-37. MRI 装置の更新を考えています。既設 MRI 装置の搬出方法を教えてください。

A-37.

MRI 装置はヘリウムガスを屋外へ放出したのち、搬入時に利用した開口・経路を利用し搬出する方法が一般的です。病院内での MRI 装置本体の切断は火災の危険性があるためできません。詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

Q-38. MRI 撮影室の電波シールド扉に使用されているフィンガーと呼ばれる部材はなぜ必要なのでしょうか？

A-38.

シールド扉と扉枠との接触部分に取付けられており、シールド性能を保つためにとても重要な部品です。フィンガー以外に編組線を設置する場合があります。（図 3 0 参照）

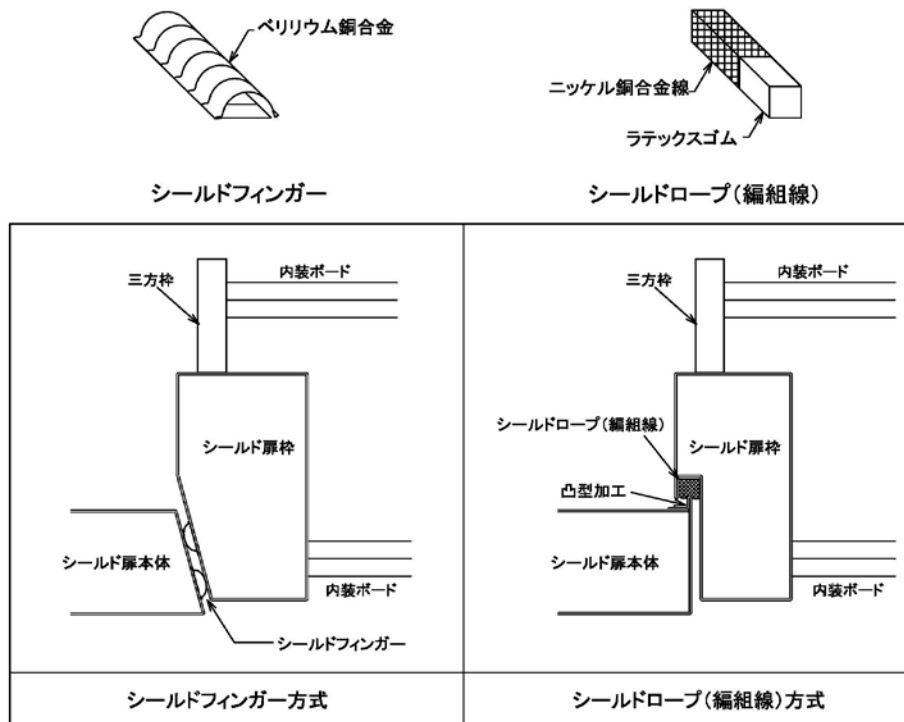


図 3 0) 枠と扉の接触方法例

Q-39. MRI装置やMRI撮影室（シールドルーム）の定期点検の重要性について教えてください。

A-39.

★MRI装置の定期点検について

MRI装置は人体の中の様子を見るために、非常に微弱な信号を取り扱っています。また、機器構造も複雑です。MRI装置が常に安定した状態を保ち続ける必要があります。MRI装置が安定した状態を保つためには定期的な点検作業を行い、性能を維持させる必要がありますので、装置メーカーとの保守契約をお勧めします。

★MRI撮影室の定期点検について

MRI撮影室は導電性の高い材料を用いて電気的な接触（導通）によりシールド効果を得るもので、MRI装置導入初期のシールド性能値を維持するためには定期点検が必要となります。特にシールド扉本体と枠側を接触させるためのフィンガー・編組線（シールド消耗材）は変形破損や錆・埃によって劣化しやすいため、定期的な交換が必要となります。また、地震などの大きな外力が加わることで生じるシールド扉の接触部や可動部の不具合によりシールド性能が低下する場合もあるため、接触部や可動部の点検も重要です。

**Q-40. 病院施設が停電した場合、MRI装置側の対策は必要でしょうか？
また、変電設備の定期点検等で停電する場合の事前対策は必要でしょうか？**

A-40.

★病院施設が停電した場合

まずはMRI装置のメインブレーカーをお切り下さい。後は装置メーカーの指示に従い復旧作業を実施して下さい。詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。

★定期点検等で停電する場合の事前対策

定期点検による停電や計画停電の場合は、装置停止等の事前作業を行なう必要があります。詳細については装置メーカーへお問い合わせ願います。



図 3 1) MRI撮影室に持ち込めない磁性体の凡例

2014年 3月11日 制定
2016年 9月20日 確認

原案作成：標準化部会 サイト設備設計G(WG-7116)

委員長	石井 須美男	シーメンス・ジャパン(株)
主査	横山 修	東芝メディカルシステムズ(株)
委員	秋山 喜幸	東京計器アビエーション(株)
委員	河裾 行人	蛍光産業(株)
委員	笹嶋 一大	(株)フィリップスエレクトロニクスジャパン
委員	嶋田 伸明	東京計器アビエーション(株)
委員	圓尾 拓也	技研興業(株)
委員	小路口 寛	(株)日立メディコ
委員	西澤 祐司	サンレイズ工業(株)
委員	水谷 望	医建エンジニアリング(株)
委員	保科 浩明	(株)保科製作所
委員	森 智	GEヘルスケア・ジャパン(株)
事務局	神谷 正己	一般社団法人日本画像医療システム工業会

審査：企画・審査委員会

委員長	小林 一郎	(株)日立メディコ
委員	内山 進	東芝メディカルシステムズ(株)
	小柳 祥啓	富士フイルム(株)
	増尾 克裕	(株)島津製作所
	原 裕孝	コニカミノルタ(株)
幹事	早乙女 滋	富士フイルム(株)
事務局	神谷 正己	一般社団法人日本画像医療システム工業会

