

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

J E S R A T R - 0 0 4 3 - 2 0 1 8

制定 2018年 3月 1日

MR I の Q & A
及び
磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準
クエンチ設備付属書

MRI Q&A
and
Particular Requirements for the Safety of Installations of
Magnetic Resonance Equipment for Medical Diagnosis
Annex; Building Facility of Quench for Magnetic Resonance Imaging system

(一社) 日本画像医療システム工業会

目次

序文.....	2
1. 適用範囲.....	2
2. 目的.....	3
3. 用語の定義.....	3
4. ヘリウムガス排気管の材料や部材.....	4
5. ヘリウムガス排気管の経路.....	5
6. ヘリウムガス排気口.....	6
7. ヘリウムガス排気口の位置・向きと立入制限区域.....	9
8. ヘリウムガス排気口周辺の留意点.....	1 2
9. 参考文献.....	1 2
解説.....	1 3

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

MR I の Q & A
及び
磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準
クエンチ設備付属書

MRI Q&A
and
Particular Requirements for the Safety of Installations of
Magnetic Resonance Equipment for Medical Diagnosis
Annex; Building Facility of Quench for Magnetic Resonance Imaging system

序文

近年では一般的な画像診断装置である磁気共鳴画像診断装置（以下、MR 装置と言う）のうち超電導タイプマグネットはクエンチの際に多量のヘリウムガスを急激にマグネット外部へ放出する。その際の安全を確保する観点から、「MRI の Q&A」（JESRA TR-0041⁻²⁰¹⁴）及び磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準（JESRA X-0090* A⁻²⁰¹⁴）の補足として、関係者の理解を深めるとともに施設設計の指針となるよう基準を制定する。

1. 適用範囲

磁場強度 1.5T および 3.0T の超電導タイプマグネットのヘリウムガス排気システムおよび外部排気口周辺の立入制限区域とする。ただし、マグネット側の接続部の仕様・作業区分については、メーカー毎に異なるため範囲外とする。

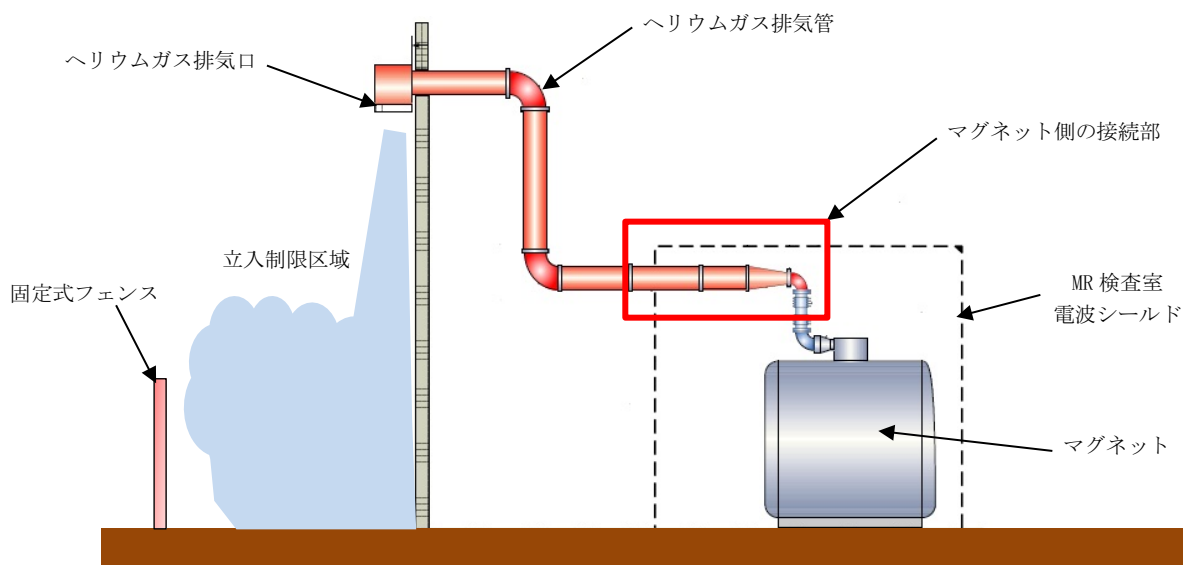


図 1 : ヘリウムガス排気システムと立入制限区域

2. 目的

ヘリウムガスを安全に外部に排気することを目的とする。

3. 用語の定義

(1)クエンチ

冷却用に液体ヘリウムを使用している超電導タイプのMR装置超電導コイルの冷却トラブルなどによって液体ヘリウムが急速に蒸発し、容積比は700倍以上、温度約-200°Cのヘリウムガスへと気化し多量に放出されることで白い濃霧を引き起こし磁場の減衰も伴う現象を言う。



写真1：通常時



写真2：クエンチ現象時

(2)ヘリウムガス排気システム

ヘリウムガスをマグネットから直接外気へ排気するシステムで、マグネットとヘリウムガス排気口をヘリウムガス排気管で極力最短に接続する。ヘリウムガスが排出されるタイミングはクエンチの他、マグネットへの液体ヘリウム充填時も少量排出される。

(3)ヘリウムガス排気管

ヘリウム配管、クエンチ配管ともいう。

(4)立入制限区域

ヘリウムガスを排気口から安全に外気に排気するために立入が制限された専用区域。区域内には開閉可能な窓・空調吸気口やメンテナンスが必要なエアコン室外機等の設置は避ける。

4. ヘリウムガス排気管の材料や部材

4.1. 要求性能

圧力 0.4MPa、最低温度-261℃に耐えうるものとする。

4.2. 材質

ステンレスまたはアルミニウムとする。

(a) ステンレス

推奨 JIS 管、厚み 2.8mm 以上（スケジュール管、304、309、316）、JIS 管以外の場合は厚み 1.0mm 以上

(b) アルミニウム

厚み 3mm、アルミニウム管（グレード 6063、6082）、またはアルミニウム板から圧延して溶接した管路（グレード 5083）

4.3. 形状

円形のみ可とし、角ダクト（方形）、フレキシブル管、スパイラル管は不可とする。

4.4. 継手

全周溶接接続 もしくは、フランジ接続（耐圧 5kg/cm²）とする。

(a) エルボ

ロングエルボとする : $R=1.5 \times \text{配管直径}$

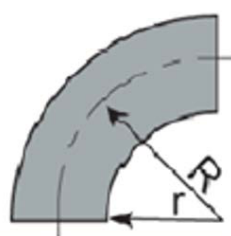


図 2

(b) レジューサー

サイズは下記とする : $D_2 > D_1$ の場合、長さ: $B \geq 2.5 \times (D_2 - D_1)$

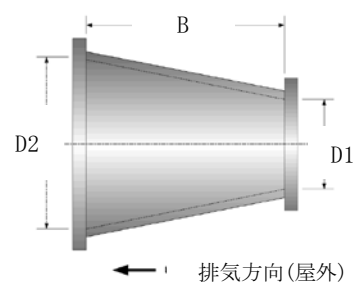


図 3

5. ヘリウムガス排気管の経路

5.1. 排気管径

装置メーカーまたは装置メーカーが発行する設置計画資料を基に、全長と曲がりの数により算出する。管径を経路の途中で変更する場合は、マグネットから離れるに従い大きくする。機種毎でも異なるので留意が必要となる。

5.2. 室内排気管の断熱

建物内の排気管には、高性能 GW 40kg/m³、厚さ 50mm、熱抵抗値 1.9m² K/W 以上の断熱材を施工する。

5.3. 排気管の支持

工事仕様によるが、例えば、全長に渡って防振ゴム付天井吊ボルト、適切なブラケットやクランプで支持する。また、マグネットには排気管の荷重が掛からないようにする。

5.4. 天井裏排気管の標識掲示

天井裏排気管の必要な個所に掲示することでヘリウムガス排気管であることが分かるようにする。



写真 3

5.5. 排気管の分岐・集合

分岐・集合は共に圧力バランスの調整が困難なため不可とする。

5.6. 区画貫通措置

(a) 外壁の延焼の恐れがある部分

ファイヤーダンパー設置が必要な場合があるが、ヘリウムガス排気システムの性質上スムーズな排気を妨げることは、配管破裂や接続部破壊によるガス漏れに起因する窒息、排気詰まりによるマグネット膨張や故障等の2次災害を引き起こす為、その免除について関係官庁への確認が必要となる。

(b) 防火区画

関係法令に準拠した、配管の材質、厚みや長さを考慮する。

6. ヘリウムガス排気口

6.1. 排気口形状

排気口は90° 下方向、または、水平方向に向ける。端部は排気管断面積の2.5倍以上の面積とし、ステンレス製ワイヤメッシュを取り付ける。メッシュ間隔は、10mm×10mm～15mm×15mm（ワイヤーの太さ1mm+/-0.3mm）で装置メーカーの仕様による。

(a) ウェザーカバータイプ

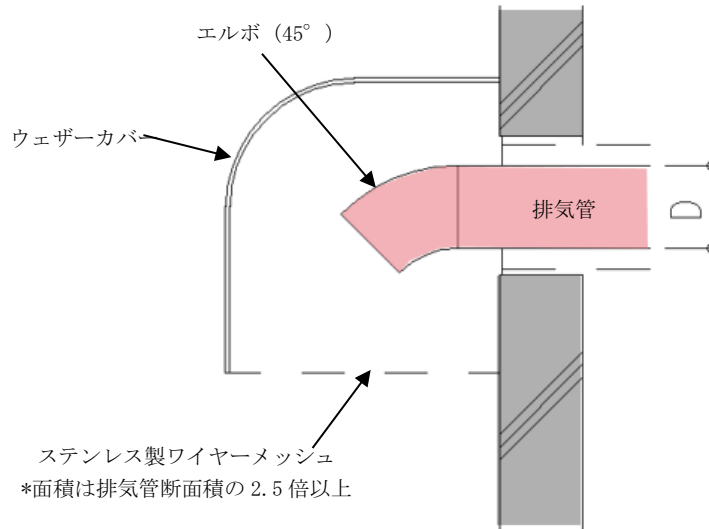


図4：ウェザーカバータイプ断面図

(b) 配管端部拡張タイプ

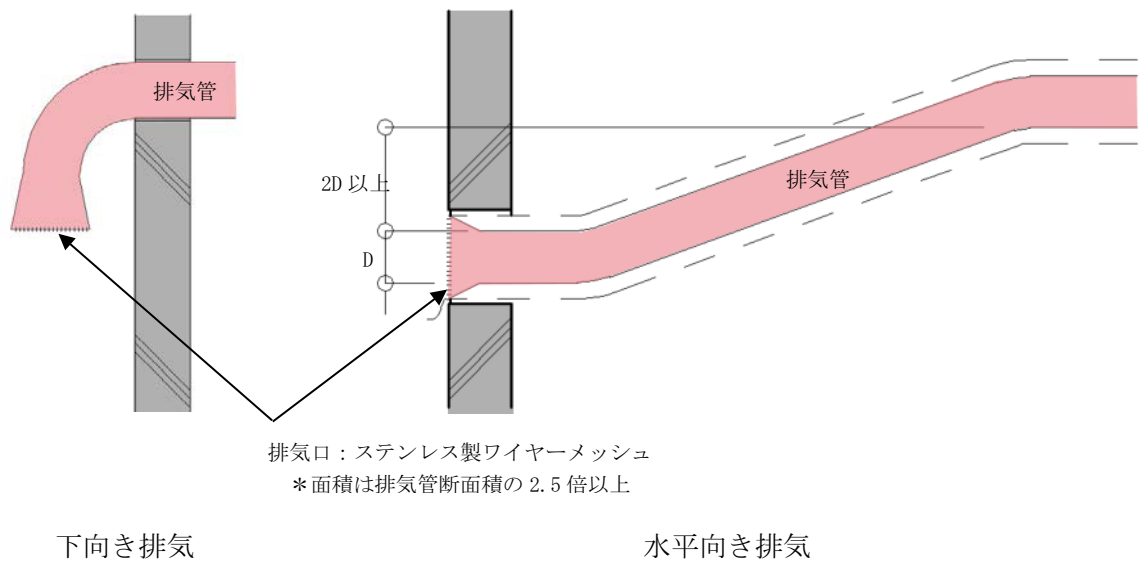


図5：配管端部拡張タイプ 断面図

6.2. ディフレクター

排気口より 6m 以内で人が直接ガス噴出を浴びそうな場合、ディフレクター等を設ける。幅は、吹き出し角度によるものとし (図 6)、当該ディフレクターと排気口までの離隔距離は配管直径の 1.5 倍以上とする。また、エッジの高さ 50mm 以上立ち上げ液体空気の落下を防止し、降雪地域は積雪高さや積雪対策を考慮する。なお、ディフレクターはクエンチ時の最大 3,000N の耐荷重を考慮する (図 7)

(a) ディフレクターのサイズ

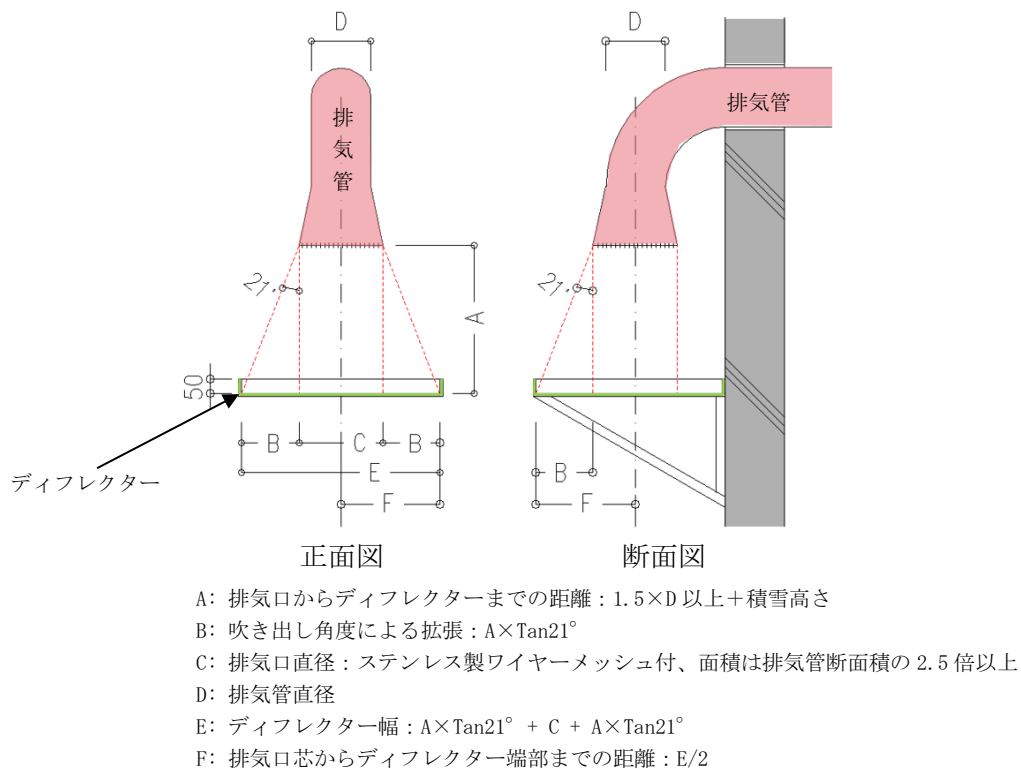


図 6: 吹き出し角度によるディフレクター幅の算出

(b) クエンチ時の荷重

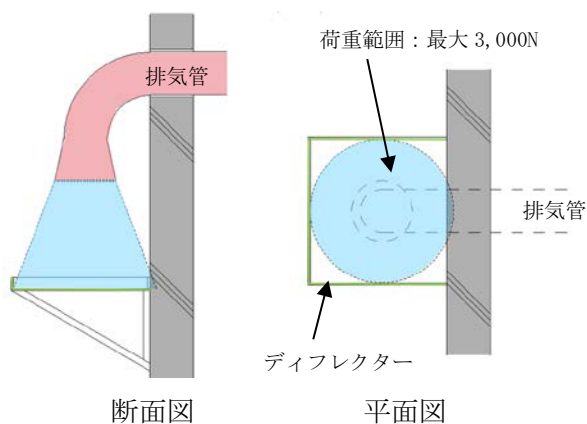


図 7: クエンチ時の荷重イメージ

6.3. ルーバーを経由し排気する場合

フィンの角度 30° 以下、フィンの間隔 100mm 以上、有効開口面積は配管面積の 7 倍以上、耐圧 3kg/cm^2 以上とする。詳細は装置メーカーに確認のこと。

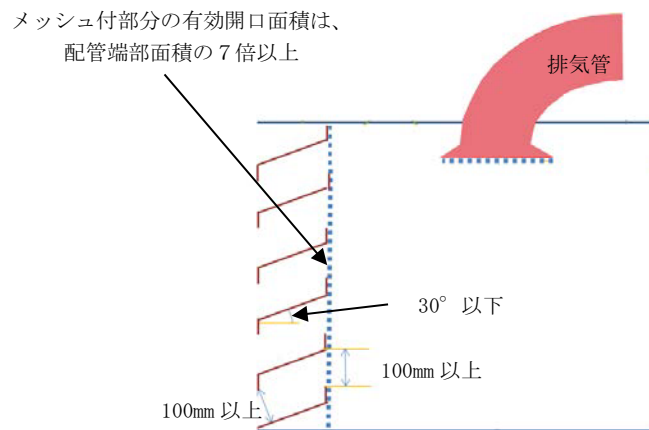


図 8：ルーバー断面図



写真 4

6.4. 雨水侵入対策

排気口端部には、外部に対してヘリウムガス排気管直径の 2 倍以上の上がりまたは勾配を設け、防雨カバーの設置も検討する。排気管の低い位置で水が溜まる恐れがある場所には、必要に応じて直径 2mm のドレインによる排水を考慮する。

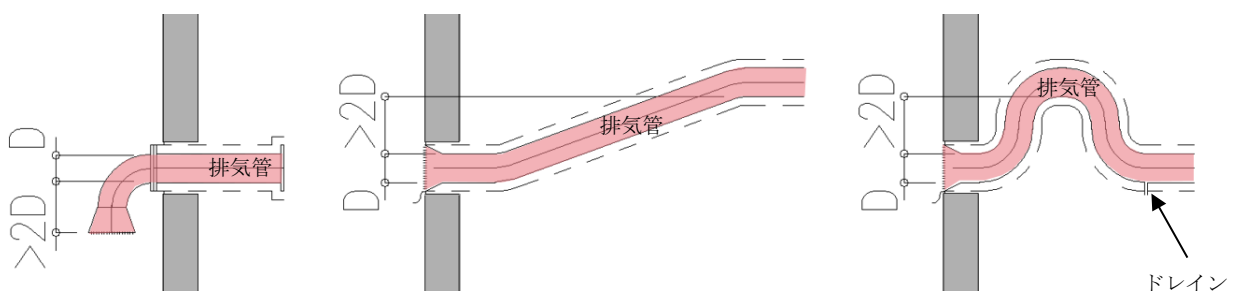


図 9：雨水浸入対策例 断面図

6.5. ドリフトレイ

液体空気がこぼれ落ちた場合に低温破壊が懸念される箇所には、蒸発用の一時受けとしてドリフトレイや防水パンを設ける。

7. ヘリウムガス排気口の位置・向きと立入制限区域

7.1. 排気口位置

安全でスムーズなヘリウムガスの排気を考慮し、排気口位置と立入制限区域を設定する。ひとの動線の上部への設置は避け、庇のあるサービスヤード、免震層やピロティなど窒息の可能性のある閉鎖された空間への排気は行わない。また、災害時は避難者および救助者の安全を考慮しマグネットを消磁する手動クエンチを行う為、避難経路との位置関係に留意する。



写真 5: 不特定多数のひとの動線の上部への設置は避ける

7.2. 排気口と騒音

検査時、液体ヘリウム補充時およびクエンチが発生した際は排気口より騒音が出るが、消音対策が困難な為、民家側や敷地境界付近への設置を避ける。

7.3. 他の排気口との離隔

排気口が複数ある場合は、クエンチ時に発生する排気口付近の圧力変動が隣接する他の MR 装置の排気口や配管を経由してマグネットへ及ぼす影響を軽減させる為、隣り合う排気口端部直径のうち大きい方の 2 倍かつ 300mm 以上の離隔距離をとる。

(a) 離隔距離は、 $A2 > A1$ の場合、 $L \geq A2 \times 2$ かつ 300mm

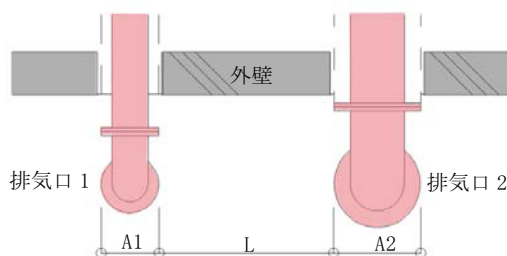


図 10: 排気口の離隔距離 平面図

7.4. 窓や吸気設備

常時開閉可能な窓、排煙窓および吸気設備等は立入制限区域内への設置を避ける。なお、FIX 窓等の常時閉鎖窓は設置に制限は無いが、排気方向やその側面に位置する場合は低温破壊からのガラスの保護について考慮する。

7.5. 排気口の向きと立入制限区域

水平向きまたは下向き排気口と立入制限区域の範囲は以下とする。

(a) 水平向き排気口と立入制限区域

- 水平方向 最大 15m
- 排気口上方 最大半径 6m
- 排気口下方 半径 3m

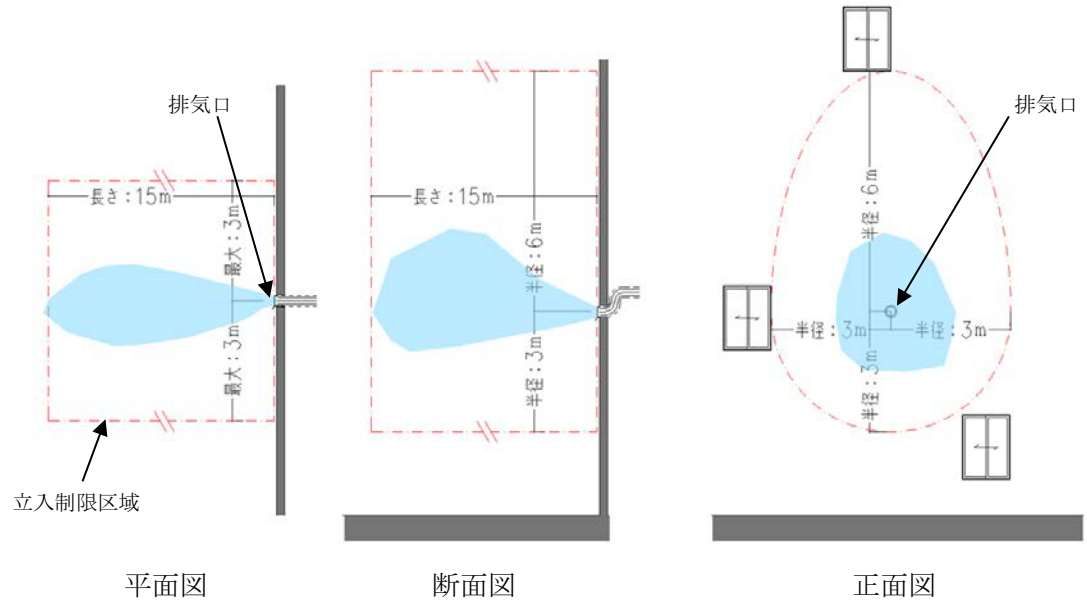


図 11：水平向き排気口と立入制限区域

(b) 下向き排気口と立入制限区域

- 平面 最大半径 5m
- 排気口上方 6m
- 排気口下方 6m

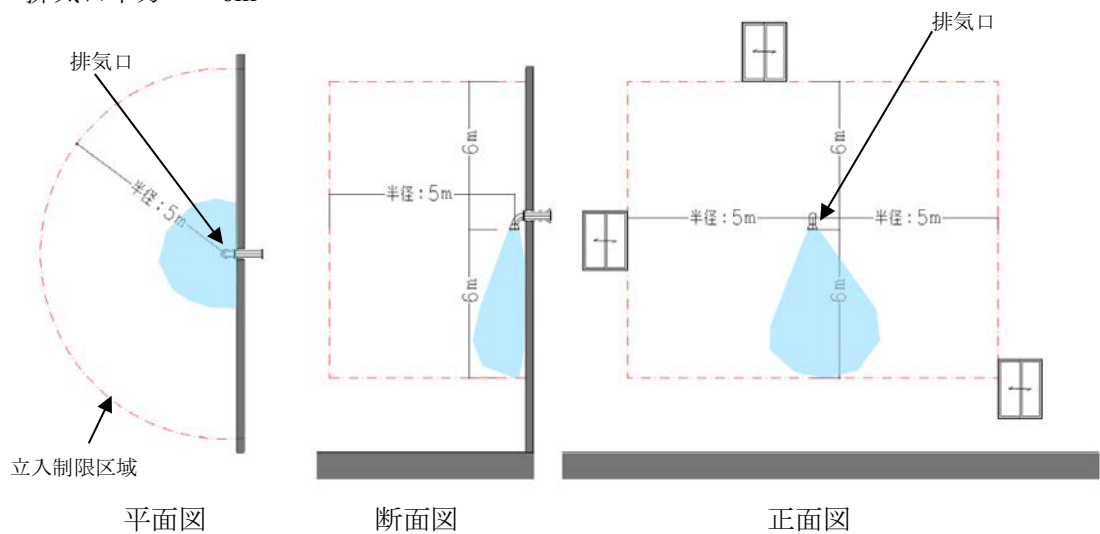


図 12：下向き排気口と立入制限区域

7.6. 立入制限区域範囲の緩和

下向き排気口の下方に6.2.に規定するディフレクターを設置した場合、その下方0.5mを立入制限区域とすることができる。詳細は装置メーカーに確認のこと。

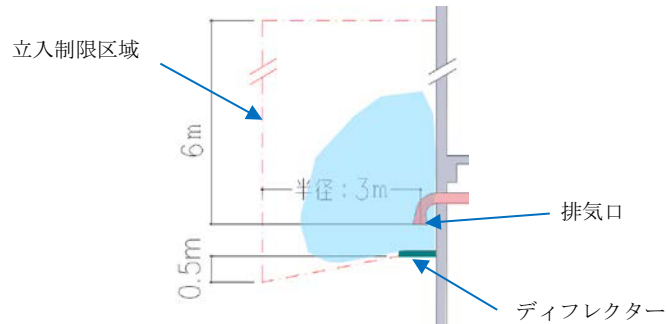


図 13：下向き排気口にディフレクターを設置した場合の立入制限区域 断面図

7.7. 立入制限区域の境界

立入制限区域と不特定多数が立入り可能な区域との境界には、固定式フェンスと施錠可能な扉等を設けて立入を制限する。なお、立入制限区域と屋上の空調室外機置き場等の施設関係者のみ立入り可能な区域との境界は、固定式チェーン等への置換えも可とする。



立入制限区域 (固定式フェンス) 排気口 注意喚起標識

写真 6：区域の境界 通常時



写真 7：区域の境界 クエンチ現象時



写真 8：施設関係者のみ立入り可能な区域との境界

7.8. その他の緩和

本文記載以外の緩和策については、装置メーカーに確認のこと。

8. ヘリウムガス排気口周辺の留意点

8.1. ヘリウムガスからの建物の保護

ヘリウムガスによる壁・床の仕上げや防水シート等の低温破壊防止や植栽保護の為、ステンレス板等での保護または必要な離隔距離 3m 以上を確保すること。下向き排気の場合は、外壁面（側面）の保護にも留意する。

8.2. 標識

排気口付近には注意喚起や出口明記の標識を設け、立入制限区域の境界には注意喚起標識を設ける。



図 14：注意喚起標識の事例

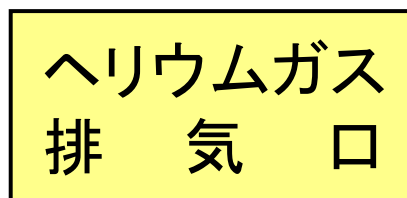


図 15：出口明記標識の事例

9. 参考文献

- (1) 「MRI の Q&A」 (JESRA TR-0041-2014)
- (2) 磁気共鳴画像診断装置 —基礎安全及び基本性能 (JIS Z 4951:2012)
- (3) 磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準 (JESRA X-0090* A-2014)

解説

1. 制定の趣旨

クエンチ設備については、磁気共鳴画像診断装置 ー基礎安全及び基本性能（JIS Z 4951:2012）では施設設計を行う際に目安となる基準の記載が無い為、「MRI の Q&A」（JESRA TR-0041-2014）及び磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準（JESRA X-0090* A-2014）の中で説明および基準の制定を行ったが、実際の施設設計時に参照できる共通仕様が不足しており、装置メーカー各社仕様の差異などに起因する設計変更等が散見された。そのため、汎用性があり具体的に基本的な共通仕様となるよう、項目を追加し基準として制定した。

2. 制定の経緯

「MRI の Q&A」（JESRA TR-0041-2014）及び磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準（JESRA X-0090* A-2014）を参照し、装置メーカー各社の具体的な仕様をもとに、共通項目をまとめるかたちで作成を行った。

3. 原案作成及び審査

3.1. 原案作成：標準化部会 サイト設備設計G（WG-7121）

委員長	石井 須美男	シーメンスヘルスケア(株)
主 査	笹嶋 一大	(株)フィリップス・ジャパン
委 員	市村 英幸	株式会社日立製作所
	井上 仁志	サンレイズ工業(株)
	河裾 行人	螢光産業(株)
	坂本 実佐子	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	杉野 聡	シーメンスヘルスケア(株)
	西澤 祐司	サンレイズ工業(株)
	平野 良司	GE ヘルスケア・ジャパン(株)
	水谷 望	医建エンジニアリング(株)
	森 智	GE ヘルスケア・ジャパン(株)
	横山 修	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	小田 和幸	一般社団法人日本画像医療システム工業会

3.2. 規格審査：企画・審査委員会

委員長	藤田 直也	キヤノンメディカルシステムズ(株)
副委員長	板谷 英彦	(株)日立製作所
	早乙女 滋	富士フイルム (株)
	杉田 浩久	富士フイルム (株)
	飯島 直人	(株) 島津製作所
	宮谷 宏	コニカミノルタ (株)

(一社) 日本画像医療システム工業会が発行している規格類は、工業所有権（特許、実用 新案など）に関する抵触の有無に関係なく制定されています。

(一社) 日本画像医療システム工業会は、この規格の内容に関する工業所有権に対して、一切の責任を負いません。

J E S R A T R - 0 0 4 3 - 2 0 1 8

2 0 1 8 年 3 月 発 行

発 行 (一社) 日本画像医療システム工業会

〒 112-0004 東京都文京区後楽 2 丁目 2 番 23 号

住友不動産飯田橋ビル 2 号館 6 階

TEL 03-3816-3450

FAX 03-3818-8920

禁無断転載

この規格の全部又は一部を転載しようとする場合には、発行者の許可を得て下さい。