

第41回日本磁気共鳴医学会大会ワークショップ 震災時の地域医療を支えるMR検査の安全確保

引地 健生¹, 中井 敏晴², 土橋 俊男³, 木戸 義照⁴,
磯田 治夫⁵, 村田 和子⁶

¹栗原市立栗原中央病院放射線科

²国立長寿医療研究センター神経情報画像開発研究室

³日本医科大学付属病院放射線科

⁴和歌山労災病院放射線科

⁵名古屋大学大学院医学系研究科医療技術学専攻

⁶高知医療センター放射線科

はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災直後、日本磁気共鳴医学会安全性評価委員会(委員長:中井敏晴)は、震災後のMR装置の安全管理として重要と考えられる項目を「災害時のMR検査の安全に関する緊急提言」にまとめて、わずか4日後の3月15日に暫定版として公表した¹⁾。その後中井らは、平成24・25年度厚生労働省科学研究費補助金地域医療基盤開発推進研究事業「大震災におけるMRI装置に起因する2次災害防止と被害最小化のための防災基準の策定」によりMR装置の東日本大震災による被災状況調査を平成24年に実施してその実態を明らかにした^{2),3)}。これに継続した平成25年度の事業では、上記被災状況調査の結果を基に防災や建築の専門家を含めた外部有識者とMR装置メーカーの意見を取り入れ、今後発生が予想される大震災に備えるための「災害時におけるMR装置の安全管理に関する指針」、「MR検査室の防災指針」、「MR装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提

言」の2指針・1提言を策定中である。

第41回日本磁気共鳴医学会大会(大会長:原田雅史徳島大学教授)において開催されたワークショップ「震災時の地域医療を支えるMR検査の安全確保」では、上記2指針・1提言の1次修正案の概略説明とともに、東海・東南海・南海の各地域で今後発生が予想される大地震および津波に対するMR装置の安全対策について和歌山県の現況が報告された。あわせて、これら指針・提言に対するパブリックコメントの募集が行われた。本稿ではワークショップの概要を報告して、今後予想される大震災に対する防災対策と、災害時安全管理のための具体策を策定するための基本的な考え方を提示する。

目 的

第41回日本磁気共鳴医学会大会における本ワークショップは、参加者に上述の2指針・1提言を策定する背景、目的、その概要を周知して大会参加者から意見や助言を得るだけにな

キーワード MRI, safety, earthquake, disaster prevention, community medicine

く、指針が実際に MR 検査関係者に読まれる上で適切に伝わる文言となっているかどうかを確認することを目的として企画された。また今後これらの指針・提言を基にして、それぞれの施設で作成された防災マニュアルが、震災発生時の MR 装置ならびに施設への被害の抑制と震災後早期の安全な検査再開に貢献し、もって震災後も地域医療の機能が堅持されることをねらいとする。

高知県出身の明治の物理学者寺田寅彦は、「天災は忘れた頃にやってくる」という警句とともに、「われわれ人間は何度同じような災害に遭っても決して利口にならず昔と同等以上の愚を繰り返す」と述べている。東日本大震災を経験した今こそ、予想される次の震災への備えを整えなければならない。

方 法

平成 24・25 年度地域医療基盤開発推進研究事業「大震災における MRI 装置に起因する 2 次災害防止と被害最小化のための防災基準の策定」で平成 24 年度に実施したアンケート調査と施設への訪問調査の結果に基づいて調査班が作成した「災害時における MR 装置の安全管理に関する指針」、「MR 検査室の防災指針」、「MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言」の原案に対し、「MR の防災に関わる専門家会議」ならびに MR 装置メーカ 5 社からのヒアリングで得られた意見を反映して 1 次修正案を作成した。この 1 次修正案を第 41 回日本磁気共鳴医学会大会(アスティとくしま)の許可を得て、その参加者に印刷物として配布した。また、大会最終日に開催されたワークショップ 3「震災時の地域医療を支える MR 検査の安全確保」(平成 25 年 9 月 21 日、10:10~11:10)においてその内容を概説した。あわせて、指定発言では「和歌山県下における

MRI 装置の状況 大地震および津波による大災害に対する安全対策に向けて」の概要を報告した。

報告内容ならびにパブリックコメントについて 本大会の出席者(1421 名)に対して準備された 1200 部の資料を配布した。また、ワークショップでは、1. 防災のためのガイドライン作成の必要性と必要条件、2. 災害時における MR 装置の安全管理に関する指針、3. MR 検査室の防災指針、4. MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言、5. 指定発言「和歌山県下における MRI 装置の状況 大地震および津波による大災害に対する安全対策に向けて」の概要を報告した(表 1)。

あわせて、本大会期間中に収集されたパブリックコメントについて抜粋して紹介する。

1. 防災のためのガイドライン作成の必要性と必要条件(報告者:中井敏晴)

表 1. 本ワークショップでの報告内容

1. 防災のためのガイドライン作成の必要性と必要条件
2. 災害時における MR 装置の安全管理に関する指針
3. MR 検査室の防災指針
4. MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言
5. 指定発言「和歌山県下における MRI 装置の状況 大地震および津波による大災害に対する安全対策に向けて」

本ワークショップでは、1. 防災のためのガイドライン作成の必要性と必要条件、2. 災害時における MR 装置の安全管理に関する指針、3. MR 検査室の防災指針、4. MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言、5. 指定発言「和歌山県下における MRI 装置の状況 大地震および津波による大災害に対する安全対策に向けて」の概要を報告した。

2013 年 10 月 15 日受理 2013 年 11 月 12 日改訂

別刷請求先 〒987-2205 宮城県栗原市築館宮野中央 3-1-1 栗原市立栗原中央病院放射線科 引地健生

大震災はいつか必ず起きると考えられ、経験を活かした現場の行動指針が不可欠である。また、天災により装置が被る影響は製造者責任の範囲外であり、医療施設側に MR 装置の使用者責任がある。危機管理は現場個人だけでは困難であるが、施設の防災対策の中で現場対応を位置づけるためには説明の根拠が必要であり、各施設の震災対処計画の中に位置づけられた MR 検査室の防災ガイドラインが求められる。

ガイドライン策定にあたっては、①具体的な数値情報や事実関係が公開されている客観的事実に基づいていること、②具体的なリスクを想定した内容であること、③具体的手段や手順を明示することにより現場にとって実施可能な内容であること、④防災の専門家や MR 装置メーカー等多様な立場の意見ならびにパブリックコメントを求めることにより作成過程が透明で可視化されていること、⑤特定のバイアスを排除し、作成の当事者に利益相反があってはならないこと、等を必要条件や手続きとして挙げることができ、本ワークショップもこの流れの一部である。

2. 災害時における MR 装置の安全管理に関する指針 (1次修正案, 報告者: 中井敏晴)

MR 装置は通常経験する地震に耐えられるように設計、設置されているが、東日本大震災では日常の安全管理では想定されない事例が数多く報告された。

本指針では東日本大震災等の被害状況から判明した事項を基にして、震災後の MR 装置の安全管理として重要と考えられるものをまとめた。必ずしもすべての場合を想定し網羅することはできないが、震災直後の安全対策として必要と考えられる基本事項を要約した。

1) 発災時における緊急的対処

発災時にとるべき緊急的な対処としては、①患者の安全確保、②職員の安全確保、③2次災害の防止、④MR 装置の保全措置の4項目を挙げる。次に、MR 装置と検査室建屋の被災程

度の把握が重要である。被災の程度によって、復帰に向けて緊急点検による重大障害の確認作業を行うのか、MR 装置の本格的な修理を行うまでの間は装置の使用を完全に停止して2次災害防止のための静磁場発生周知やクエンチ対策等を中心に行うかの判断が必要となる。その後、通常は復帰に向けた計画を考える事になるが、場合によっては MR 装置の廃棄を前提とした管理になる場合もある (図1)。

2) 被災状況の分類

MR 装置と建物の被害状況は次のように大別される。A. MR 装置が設置されている建物が倒壊、大破し MR 装置が使用不能、B. MR 装置の設置状況に重大な異常が認められる、C. MR 装置の建屋が一部損傷を受けている、D. MR 装置に重大な異常は認められないが、人命救助の必要等の理由により緊急に検査の要請がある、E. 上記のいずれにも該当しない。

建物で管理ができない A. の場合は、マグネットに人が近づかない処置を行うことが最も重要である。建物で管理が可能な B. の場合は、復帰をスムーズに行うためのマグネットやシステムの保全、特にクエンチの防止対策が目標となる。C. と D. については、不要不急の検査は行わないが、やむをえず検査を行う場合は施設として最終判断することが求められる。そして、稼働させる際には、MR 装置の状況を十分に把握しリスクを十分に説明できるよう準備することが肝要である。

3) 設置状況の緊急点検項目

危険性予測のために緊急点検して状況を把握しなければならない。ただし、MR 装置の保全措置や2次災害の防止のための判断材料であって再稼働の十分条件ではない。

4) MR 装置の重大な損傷と見做される事項

MR 装置に重大な損傷が確認された場合は、装置メーカーによる復帰作業により安全が確認されるまで装置を使用してはならない。

5) 静磁場発生の周知とクエンチ対策

MR 装置はクエンチして消磁されていない限

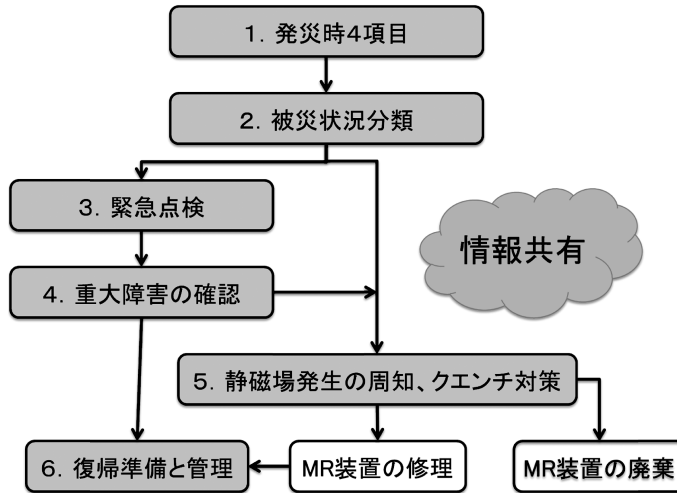


図 1. 災害時における MR 装置の安全管理の流れ
震災発生初期に MR 検査室において安全確保のためになすべき作業の流れを示す（ワークショップで提示した内容を一部改訂）. 患者と職員の安全確保は最優先事項であるが、以後の具体的作業は被災状況による. MR 検査室における不測の事故を避け MR 装置の復帰を果すためには施設全体の被害や電源、水道、通信等のインフラ障害の状況を把握し、必要な対策を講じなければならない.

り、停電時でも強力な磁場を発生していること、そのために吸引事故が発生し得ることを周知する必要がある.

6) 復帰に向けた準備、システム管理全般

検査再開に向けての復帰に関しては、保守契約内容を勘案しながら、使用者責任において独自復帰するのか、MR 装置メーカーのサービスマンによる復帰作業に委ねるのかの判断を要することをあらかじめ理解しておく必要がある.

3. MR 検査室の防災指針（1 次修正案，報告者：引地健生）

首都直下，東海・東南海・南海の各地域で大地震の発生が予測されている．これらの大地震への対策をあらかじめ策定し，防災訓練を実施することは，被害の抑制と 2 次災害の防止に極めて重要である．

本指針では東日本大震災による MR 装置の被害状況の調査結果から，震災による被害の最

小化，震災後の MR 装置の安全管理と復帰の迅速化を念頭においた対策として有効と考えられる事項を集約した．MR 装置設置場所，機種や設置状況，診療体制等により，具体的な選択肢が異なる部分もあるので，各施設で情報を収集し，十分検討の上，施設としての具体的方針を定めることを推奨する．

1) MR 装置の設置方法

MR 装置の設置方法に関して，地震による強振動で MR 装置本体ならびに周辺装置が被る損傷を最小限に抑えるための具体的な方策をまとめた．

2) 建物構造

建物の建築時に建物構造を免震構造にすることが最大の地震対策である．また，免震構造で建築されなかった建物については付加工事による免震化（床免震，台座（機器）免震）の可能性と問題点について言及した．さらに，長周期振動に対する対策も重要である．

3) 防災情報システムの活用 (緊急地震速報)

東日本大震災での経験から、患者をガントリーから効率的に避難させるためには、S波到達予想時刻の情報が提供される緊急地震速報(予報)の活用が有効と考えられる。

4) MR装置室の防災点検

非常電源設備や液体ヘリウム残量の確認方法等々、地震等の災害に備えて定期的に行うべき15項目の点検項目を挙げた。

5) 防災訓練

地震発生からスキャン中の患者救出までの初期対応、患者・付添家族・スタッフの安全確認と報告、施設の災害対策マニュアルに従った対応、防災点検の実施について、東日本大震災で実際に経験した多くの事例(図2)を基にまとめた。初期対応の訓練に際して考慮すべき事項として、緊急地震速報システムの有無、患者用寝台が着脱式であるか否か、患者状態が独歩可能か担送必要かの3点を挙げて詳細な訓練方法を提案する。

6) 防災計画における留意点

放射線業務を行う部門や医療施設全体の防災計画の中でMR検査室の防災計画を位置づけ、優先順位を判断することが重要である。

4. MR装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言(報告者:土橋俊男)

震災などの非常時において、患者を安全に避難させるためには緊急用の非常停止ボタンや操作ボタンを的確に操作しなければならない。MR装置には他の医用機器に比べても、多くの非常用の緊急停止ボタンや緊急操作ボタンがある。それらの仕様が装置メーカーによって異なっており、東日本大震災の被災調査でもボタンを押下した際の装置の挙動について十分には把握されていない実態が指摘された。

本提言では実際にMR検査に携わる担当技師の意見を集約し、緊急時の適切な対応や安全管理のための標準化について提案する。

1) 多様な緊急用非常停止ボタン

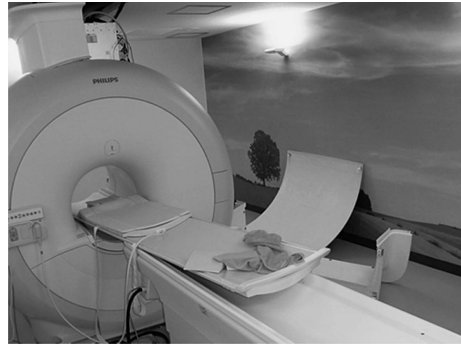


図2. マグネット本体と患者寝台の軸ずれ
地震の強振動によりマグネット本体が本来の位置から移動してしまい、患者寝台との間で軸ずれを起こした事例。マグネット移動は患者救出の訓練に際して、留意すべき事項のひとつである。

MR装置には、クエンチ(消磁)ボタン、緊急電源遮断ボタン(スイッチ)、緊急撮影停止ボタン(スイッチ)、緊急排気ファン手動ボタン(スイッチ)、寝台フリーボタン等、数多くの緊急スイッチが装備されているが、仕様・設置場所・デザインなどは各社で大きく異なっている(図3)。東日本大震災では、停電により、寝台が動かずに患者の退避に手間取った事例や緊急時にどのボタンを押すべきか迷った事例が報告されている。

2) 国内共通表記シールの提案

MR装置の稼働期間は15年以上の場合も少なくない。また、海外の製造メーカーを含めた複数メーカーのハードウェアの仕様を短期間に統一することは困難と思われる。よって、日本語で分かりやすい表記を決めて表示することを提案する。具体的には、国内共通のシールなどをボタンの横に掲示する(図4)。いずれは、ハードウェアに反映させていくように関連業界に提案する。

ただし、緊急電源遮断ボタン、緊急撮影停止ボタンなどを使用した場合に、メーカーにより電源が落ちる範囲や寝台の状態が異なる点を課題として挙げる。現時点では、各種緊急用のボタ

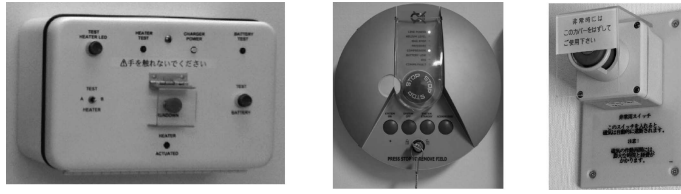


図 3. 各社のクエンチボタンの例
同じクエンチ（消磁）ボタンであるが，MR 装置によりデザインが異なる．また，撮影室と操作室の両方に設置されている場合と，操作室のみに設置されている場合がある．

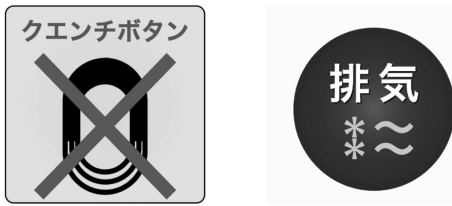


図 4. 国内共通表記シール案の一例
非常時に的確に対処できるようにする事を目的として，国内共通の表記シールを提案し，その図案の一例を紹介する．それぞれのボタン（スイッチ）近傍に貼る．（左：クエンチ（消磁）ボタン用，右：強制排気スイッチ用）

ン，スイッチ等の位置とそれらを使用した場合に装置がどのような挙動をするのかを各施設で再確認することが必要である．

5. 指定発言「和歌山県下における MRI 装置の状況 大地震および津波による大災害に対する安全対策に向けて」（報告者：木戸義照）

地震災害に対する対策の現状を把握するために，研究会「和歌山 MR サロン」において，装置の固定方法，施設の海拔および海岸からの距離，建築構造，その他，計 8 項目からなるアンケート調査を実施した．

和歌山県内の MR 装置保有 52 施設の多くが海岸線沿いに集中している．回答を得た 27 施設の内，海岸線からの距離が 3 km 以下の施設が 15 施設あった．また，海拔 10 m 以下の施設が 12 施設あった．施設の建築構造については，免震構造が 23%，制振構造が 4%のみで

表 2. 近世以降に和歌山県に被害を及ぼした主な地震

• 1707 年	宝永地震	M8.4
• 1854 年	安政の東海地震，南海地震	M8.4
• 1938 年	田辺沖地震	M6.8
• 1944 年	東南海地震	M7.9
• 1946 年	南海道地震	M8.0
• 1948 年	和歌山県中部地震	M6.9
• 1995 年	兵庫県南部地震	M7.2

近世以降に和歌山県に被害を及ぼした主な地震は，約 90 年から 150 年ほどの周期で東海地震と南海地震が連動して発生している．

あり，約 7 割は震災対策にまだ向上の余地があると考えられた．マグネット本体の設置方式については，アンカーボルトあるいはエポキシ樹脂による固定方式が 65%，非固定方式・台座配置方式・その他が 35%であった．

和歌山県に大きな被害をもたらした近世以降に発生したマグニチュード 8 クラスの大地震としては，1707 年の南海トラフ沿いの宝永地震，1854 年 12 月 23 日，24 日に連続して発生した安政東海地震・安政南海地震，1944 年の東南海地震，1946 年の南海道地震がある⁴⁾（表 2）．約 90 年から 150 年ほどの周期で東海地震と南海地震が連動して発生していることから，南海トラフを震源とするマグニチュード 8 以上の地震が起こる確率は，今後 30 年以内に 60～70%と予測されている⁵⁾．

病院施設が海岸沿いに集中している和歌山県では，東海・南海地震が連動して起これば地震

と津波の被害を免れることはできない。2 次的な災害を含めた被害を最小限に抑えるためには、日ごろの安全管理に対する活動が重要と考える。

今後の課題としては、①新機種導入時に防災を考慮すること、②被災後安全対策の啓発活動を推進すること、③学会や地域の研究会等との情報交換のためのネットワークを充実させることを挙げる。

6. パブリックコメントについて

第 41 回日本磁気共鳴医学会大会期間中に寄せられたパブリックコメントの中から抜粋して紹介する。

全般的なご意見としては「二つの指針については、磁気共鳴医学会をはじめ、関連学会のホームページからダウンロードできるようにすること」、「災害時における MR 装置の安全管理に関する指針」に対しては「復帰の手順をフローチャート化するとわかりやすいと思う」、「MR 検査室の防災指針」に対しては「マグネットの移動など電源を入れることを止めることが望ましいケースについて明確に示す方がよい」、「MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言」に対しては「ぜひ国内統一のシールを作成してください」等、実際に MR 検査に携わる方々の貴重なご意見を収集することができた。

これから寄せられるパブリックコメントを含めて、その内容を十分に検討し各指針・提言に取り入れたい。

ま と め

第 41 回日本磁気共鳴医学会大会の期間中、大会出席者に「災害時における MR 装置の安全管理に関する指針」と「MR 検査室の防災指針」の 1 次修正案、「MR 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する提言」を配布した。あわせて、南海地区で開催された本ワークショップ

において、これら 2 指針・1 提言の概要を報告し、MR 装置の日常的な安全管理、防災対策、災害時の安全確保に関する具体的な方法を示すことができた。さらには、今後発生が予想される大地震に対する MR 装置・検査室の防災対策の必要性を、徳島・高知・和歌山の地元 3 県からの参加者も含めた多くの MR 検査関係者に啓蒙することもできたと考える。

今後は地域の MR 研究会や関連団体からも広く意見を求め、これらのパブリックコメントにより 2 指針・1 提言に修正加筆を行い、最終版を平成 25 年度中に関連学会等に報告する予定である。

謝 辞

本ワークショップの開催にあたり、第 41 回日本磁気共鳴医学会大会長の原田雅史徳島大学教授のご高配をいただきました。また、資料の配布に調査班の方々のご協力をいただきました。

文 献

- 1) 災害時の MR 検査の安全に関する緊急提言 1: 日本磁気共鳴医学会 安全性情報
http://www.jsmrm.jp/modules/other/index.php?content_id=1
- 2) 平成 24・25 年度厚生労働省科学研究費補助金地域医療基盤開発推進研究事業「大震災における MRI 装置に起因する 2 次災害防止と被害最小化のための防災基準の策定」平成 24 年度 総括・分担研究報告書
- 3) 中井敏晴, 山口さち子, 土橋俊男, 他: 東日本大震災による MR 装置 602 台の被害状況報告. 日磁医誌 2013; 33: 92-119
- 4) 和歌山県情報館 過去の地震災害: <http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/040400/bosai/jisinsonae.htm>
- 5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 南海トラフの地震活動の長期評価 (第二版) について 平成 25 年 5 月 24 日: http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13may_nankai/index.htm

Safety for MR Examinations in the Event of Earthquakes: A Workshop at the 41st Annual Meeting of the Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine

Takeo HIKICHI¹, Toshiharu NAKAI², Toshio TSUCHIHASHI³,
Yoshiteru KIDO⁴, Haruo ISODA⁵, Yoriko MURATA⁶

¹*Department of Radiology, Kurihara Central Hospital*

3-1-1 Miyano Chuo, Tsukidate, Kurihara, Miyagi 987-2205

²*Neuroimaging & Informatics, National Center for Geriatrics and Gerontology*

³*Department of Radiology, Nippon Medical School Hospital*

⁴*Department of Radiology, Wakayama Rosai Hospital*

⁵*Department of Radiological and Medical Laboratory Sciences, Nagoya University Graduate School of Medicine*

⁶*Department of Radiology, Kochi Health Sciences Center*

In the workshop entitled “Security for MR Examinations that Support Community Health Care in the Event of Earthquakes” at the 41st annual meeting of the Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine (Conference President, Professor Masafumi Harada, University of Tokushima), we emphasized the necessity to prepare for the great earthquake predicted for the future.

The workshop outlined guidelines for the safety management of MR scanners in the event of disasters and for disaster prevention for MR examination rooms, proposed the standardization of specifications for emergency shutdown of MR scanners, reported the status of major earthquake and tsunami safety measures for MR scanners in Wakayama Prefecture, and solicited public comments on the guidelines and proposal.

We presented specific measures for the routine safety management of MR scanners, disaster prevention, and security in the event of disasters and explained the need for disaster prevention measures regarding MR scanners and examination rooms to cope with major earthquakes in the future.

We plan to submit the final versions of the 2 sets of guidelines and one proposal to related academic societies and other organizations by March 2014.