

東海・南海地区における MR 検査室の防災対策の現況調査

磯田 治夫¹, 小山 修司¹, 山口さち子², 中井 敏晴³¹国立大学法人名古屋大学脳とこころの研究センター²労働安全衛生総合研究所健康障害予防研究グループ³国立長寿医療研究センター神経情報画像開発研究室

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災で被災した MR 装置に関連してなされた「MR 装置の被災調査アンケート」¹⁾において、津波による MR 施設の浸水被害は、施設の海拔が 13 m 以下、海岸・河口からの距離が 3 km 以下で認められ、MR 装置の被害はこのうち海岸・河口からの距離が 2.5 km 以下で認められた²⁾。さらに、発災時に 46.3% の MR 装置は患者のスキヤン中、13.5% はスキヤン中ではないが患者が撮影室内におり¹⁾、ガントリー内にいた患者の約 1 割は強い地震の揺れのために MR 検査室から避難できなかった³⁾。また、緊急地震速報⁴⁾の院内放送とともに患者が MR 装置から即座に救出された 2 例が報告され^{3),5),6)}、ガントリー内の患者救出に緊急地震速報の有用性が確認された。大震災での患者救出・避難過程のパターン分類¹⁾がなされているが、緊急地震速報を活用し、主要動(本震)到来までに如何に患者を避難できるかが大きな課題である。一方、この大震災に関するアンケート調査の結果などを基に、2 つの指針が出され^{7),8)}、その一つである「MR 検査室の防災指針」⁹⁾には緊急地震速報の活用について言及されているが、実際の普及率などは不明である。

マグニチュード 9 級の「南海トラフ巨大地震」の発生が予測されている東海・南海地区 7 県(静岡県, 愛知県, 岐阜県, 三重県, 和歌山県, 徳島県, 高知県)と、比較対象として北陸地方のうち 3 県(福井県, 石川県, 富山県)に、津波に対する現状と緊急地震速報を含む MR 検査室の防災対策を把握するためのアンケート調査を実施し、地域の状況を比較するとともに、今後の大地震に対する防災対策の一助とすることを目的とした。

方法

本研究は名古屋大学生命倫理審査委員会の承認を得た。

調査対象施設

文献に記載されている 2013 年 4 月現在の MRI 設置施設名簿^{10),11)}から静岡県, 愛知県, 三重県, 和歌山県, 徳島県, 高知県, 岐阜県, 福井県, 石川県, 富山県の MR 装置設置施設名を抽出し、各県・各地域の研究會・技師會関係者がその確認を行った。その結果、静岡県 166, 愛知県 214, 三重県 79, 和歌山県 51, 徳島県 52, 高知県 65, 岐阜県 91, 福井県 49, 石川県 67, 富山県 63 の総計 897 施設が確認されたが、徳島県に送付したアンケート 1

キーワード magnetic resonance (MR), earthquake, seismic sea wave, earthquake early warning, disaster prevention

件が宛名不十分で返送されたため、総計 896 施設が調査対象となった。

調査票

今回の調査に使用した調査票は資料 1 に示す「MR 検査室の防災対策の現状調査アンケート」である。東日本大震災の教訓から、津波からの確実な避難という視点で緊急地震速報の重要性を考えているため、次のような設問内容とした。なお、アンケート調査では重要な設問を最初に、施設の基本情報の設問は後半に設定したが、本論文では、理解しやすいように施設の基本情報を最初に示した。(1) 施設の基本情報として (1-1) 施設の規模、(1-2) MR 装置の設置階、(1-3) MR 施設の構造、(1-4) 海抜、(1-5) 海岸・河口からの距離/(2) 「緊急地震速報」の認知度として (2-1) 気象庁の「緊急地震速報」の認知度、(2-2) 緊急地震速報の「予報」と「警報」の違いの認知度/(3) 「緊急地震速報」の導入頻度とその種類として (3-1) 院内全館の導入の有無とその種類 (予報または警報)、(3-2) MR 検査室固有の「緊急地震速報」システムの有無/(4) 過去の「緊急地震速報」の放送または受信頻度とその対応として (4-1) 過去の「緊急地震速報」の放送または受信頻度、(4-2) 放送または受信直後に取られた行動/(5) 地震防災訓練と「緊急地震速報」として (5-1) 地震防災訓練時の「緊急地震速報」を活用した訓練の有無とその内容、(5-2) 「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに「緊急地震速報」が加味されているか否か、(5-3) 「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに記載されている「緊急地震速報」受信後の MR 検査室での行動、(5-4) MR 検査室の地震防災訓練での「緊急地震速報」を活用した訓練の有無、(5-5) MR 検査室の地震防災訓練での「緊急地震速報」を活用した訓練の内容、(5-6) MR 検査室で「緊急地震速報」が流れ

た場合、「緊急地震速報を聞いてから本震が到達するまで」にすべき行動/(6) 震災における MR 検査室の安全に関する情報「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」の認知度として (6-1) 平成 25 年 9 月に開催された第 41 回日本磁気共鳴医学会の『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」』に関連、または、平成 26 年 1 月 15 日付で日本磁気共鳴医学会ホームページに掲載された安全性情報「震災における MR 検査室の安全に関する情報 (平成 26 年 1 月 15 日)」⁹⁾による「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」の一部または全部の閲覧の有無を尋ねた。

調査票の回収方法と集計

調査票の送付と回収は名古屋大学大幸キャンパスを発着点とした郵送により行った。調査票は 2014 年 1 月 29 日に東海・北陸地方 7 県と徳島県、2 月 12 日に和歌山県、2 月 25 日に高知県に送付し、調査票の案内には発送日から 23 日後の週日最終営業日に必着で回答を依頼した。発送日が異なったのは、アンケートの準備の都合によった。各々の締切期日から 10 日後までに届いた回答を集計した。

回答票には回答者個人や施設を特定できる情報は含まれない。回答内容はエクセルを用いた集計表に入力作業を行った。選択枝の設問については、各々の設問に対する各県と全県の度数をグラフにまとめた (横軸は%, 棒グラフ内の数字は施設数)。施設の「海抜」と「海岸・河口からの距離」の関係をグラフにした。この時、岐阜県は海に面していないため、「(1-4) 海抜、(1-5) 海岸・河口からの距離」の検討については岐阜県を検討対象から除外した。緊急地震速報の導入の背景となる要因 (施設規模・建屋構造・海抜・河口からの距離) についてカイ二乗検定で検討を行った。複数の装置を

2014 年 5 月 9 日受理 2015 年 5 月 22 日改訂

別刷請求先 〒461-8673 名古屋市東区大幸南 1-1-20 名古屋大学脳とこころの研究センター 磯田治夫

資料 1

アンケート調査

以下のアンケートは、各施設の MR 担当者の方にお答え頂きたく存じます。

まず、地震波には P 波（秒速約 7km）と S 波（秒速 4km）があり、地震波の P 波によって引き起こされる揺れが初期微動、後から伝わってくる S 波による強い揺れは主要動（本震）で、後者が被害をもたらします。先に伝わる初期微動を検出した段階で、主要動が伝わる前に危険が迫っていることを知らせるのが、緊急地震速報になります。また、緊急地震速報には「警報（具体的な地震到達予想時刻や予測震度が示されない）」と「予報（具体的な地震到達予想時刻や予測震度が示される）」があります。

以下にご記入下さい。

選択枝のあるものは該当する（ ）に○を、その他は記述をお願い致します。

1. 気象庁の「緊急地震速報」をご存知でしょうか？
はい（ ）、いいえ（ ）
2. 上記1に「はい」と答えた方に伺います。緊急地震速報に「予報」と「警報」があることはご存知でしたでしょうか？
はい（ ）、いいえ（ ）
3. 貴施設では、「緊急地震速報」は院内全館で導入されていますか？
はい（ ）、いいえ（ ）、不明（ ）
4. 上記3で「はい」と答えた方に伺います。貴施設の院内全館で導入されている「緊急地震速報」は「予報」「警報」の何れでしょうか？
予報（ ）、警報（ ）、不明（ ）
5. MR 検査室で、固有の「緊急地震速報」の運用がございましたら、具体的にお書き下さい（例えば、個人的に携帯電話を用いる、MR 検査室にインターネットの緊急地震速報を導入している、など）。
()
6. 上記3で「はい」、5で記載された方に伺います。今までに実際の地震に際し「緊急地震速報」が放送されたり、受信されたことがありますか？
はい（ ）、いいえ（ ）
7. 上記6に「はい」と答えた方に伺います。この直後に、取られた行動は何でしょうか？具体的にお書き下さい。
()

8. 貴施設では地震防災訓練の時に「緊急地震速報」が放送され、「緊急地震速報」を活用した訓練を行っていますか？（例えば、「緊急地震速報」が流れた直後に○○することになっており、これを行っている、など）
()
9. 貴施設の『災害時対応マニュアル』あるいは『防災訓練マニュアル』などに「緊急地震速報」は加味されていますか？
はい（ ）、いいえ（ ）、不明（ ）
10. 上記9に「はい」と答えた方に伺います。貴施設の『災害時対応マニュアル』あるいは『防災訓練マニュアル』などに MR 検査室での対応の記述がございましたら、具体的な内容を下記にお書き下さい。（例えば、「緊急地震速報」が流れた場合、MR 検査室では○○することになっている、など）
()
11. 貴施設の MR 検査室の地震防災訓練では、「緊急地震速報」を活用した訓練を行っていますか？（例えば、「緊急地震速報」が流れた場合に MR 検査室では○○することになっており、訓練時にこれを行っている、など）
はい（ ）、いいえ（ ）、不明（ ）
12. 上記11で「はい」の場合に、具体的な内容をお書き下さい。
()
13. MR 検査室で「緊急地震速報」が流れた場合、「緊急地震速報」を聞いてから本震が到達するまでにした方がよいと思われることを順位を付けて記載をお願いします。
()
()
()
()
()
()
14. 貴施設の MR 装置の設置場所は何層でしょうか？
() 階
15. 貴施設の規模についてお答え下さい。
入院数なし()、100 床以下()、101~800 床()、
801~500 床()、501 床以上()

16. MR 装置が設置されている建物の構造についてお答え下さい。
耐震構造（ ）、制震構造（ ）、免震構造（ ）、その他（ ）
17. 貴施設は海抜何メートルに建築されていますか？
恐れ入りますが、下記のサイトにアクセスし、操作をお願い致します。
「標高がわかる web 地図を体験公開」
http://www.gsi.go.jp/ohofukyu/hyoko_system.html
↓
<http://eaisai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html>
海抜（ ）メートル
18. 貴施設は海岸・河口より最短距離でどれくらい離れているかお答え下さい。
2.5キロ以下（ ）、2.5キロ～5キロ（ ）、
5キロ～10キロ（ ）、10キロ以上（ ）
19. 貴施設の所在地は下記の何れでしょうか？
高知県（ ）、徳島県（ ）、和歌山県（ ）、三重県（ ）、
愛知県（ ）、静岡県（ ）、岐阜県（ ）、福井県（ ）、
石川県（ ）、富山県（ ）
20. 昨年 2013 年 9 月に開催された第 41 回日本磁気共鳴医学会で、『ワークショップ 3「MRI の震災対応について」』に関連し、『災害時における MR 装置の安全管理に関する指針（一次修正案）』、『MR 検査室の防災指針（一次修正案）』、『MRI 装置の緊急停止システムの仕様統一に関する指針』の資料が広く配布されました。また、本年 1 月 16 日付で、日本磁気共鳴医学会ホームページの安全性情報「震災における MR 検査室の安全管理に関する指針」に『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』が公開されました。これらの一部または全部を既にご覧になりましたか？
はい（ ）、いいえ（ ）

お忙しい中、アンケート調査にご協力頂き、どうもありがとうございました。

持つ施設の回答について、異なる設置階は低いもの（2施設）、耐震と免震の場合は耐震（1施設）としてまとめた。また、自由記述の設問については、項目を抽出し、度数をまとめた。

結 果

回収率

送付された897通のうち325通の回答があり、全体の回収率は36.2%であった。各県別では、静岡県51/166（30.7%）、愛知県84/214（39.3%）、三重県27/79（34.2%）、和歌山県18/51（35.3%）、徳島県14/51（27.5%）、高知県22/65（33.8%）、岐阜県44/91（48.4%）、福井県13/49（26.5%）、石川県27/67（40.3%）、富山県25/63（39.7%）であった（回収数/送付数〔回収率〕）。

(1) 施設の基本情報

(1-1, 2) 施設の規模と設置階

施設の規模を図1に示す。今回アンケートに回答のあった施設において、各県で施設規模の分布は様々であるが、全体として101～300床が最も多く（34.2%）、次いで100床以下（20.3%）、301～500床（17.5%）、入院設備なし（16.0%）、501床以上（11.1%）であった。入院設備がない病院でも多くのMR装置があることが分かる。

MR装置の設置階を図2に示す。今回アンケートに回答のあった施設では、多くの施設でMR装置は1階に設置されており（81.8%）、2階と地下1階がそれに続く（各々7.4%）。また、3階以上に設置されている病院もあった。

(1-3) MR施設の構造

MR施設の構造を図3に示す。耐震構造は何れの県も50%以上を占めていた。全体で見ると耐震構造は62.2%、免震構造はこれに次ぎ13.5%であった。

(1-4, 5) 施設の「海拔」と「海岸・河口からの距離」の関係

今回アンケートに回答のあった施設における

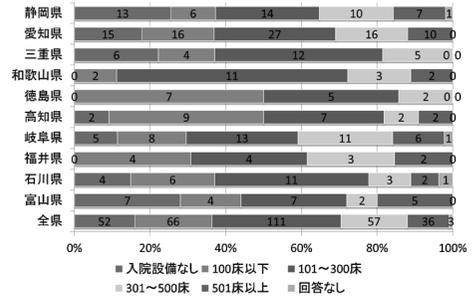


図1. 施設の規模

各県での分布は様々であるが、全体では101～300床、100床以下、301～500床、入院設備なし、501床以上の順である。

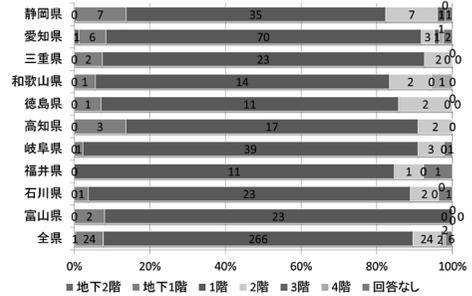


図2. MR装置の設置階

MR装置の多くは1階に設置され、次いで2階と地下1階である。また、3階以上に設置されている病院がある。

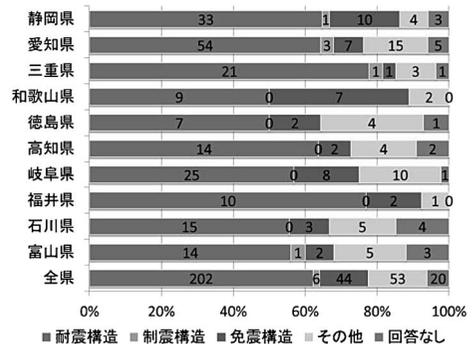


図3. MR施設の構造

各県での分布は様々であるが、全体では耐震構造は62.2%、免震構造はこれに次ぎ13.5%である。

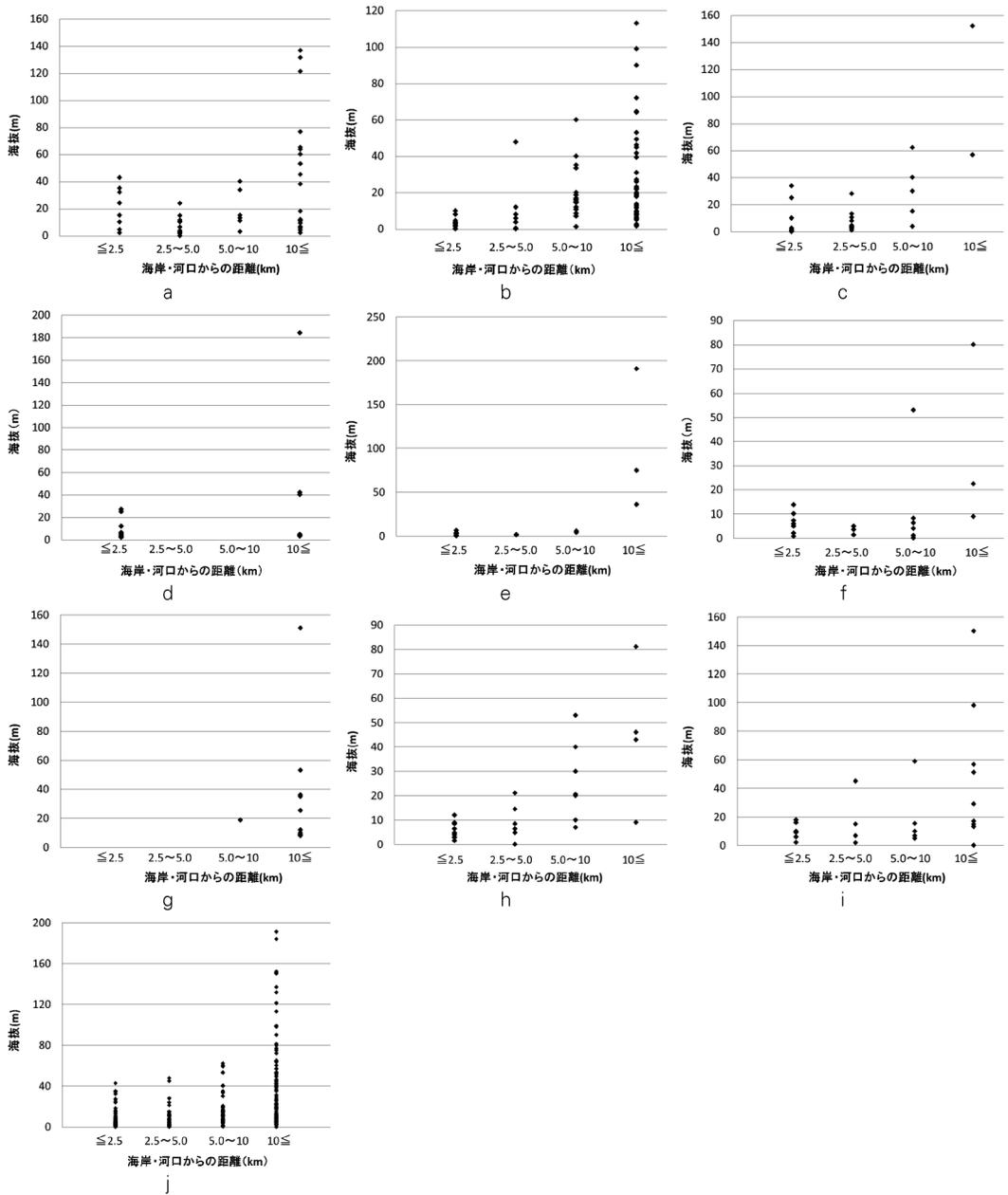


図4. 施設の「海拔」と「海岸・河口からの距離」の関係
 a 静岡県, b 愛知県, c 三重県, d 和歌山県, e 徳島県, f 高知県, g 福井県, h 石川県, i 富山県, j 全県を示す。

「海拔」と「海岸・河口からの距離」の関係について静岡県，愛知県，三重県，和歌山県，徳島県，高知県，福井県，石川県，富山県，これら全県を各々図 4a～j で示す。海拔が 13 m 以下で，海岸・河口からの距離が 2.5 km 以下は静岡県 3/51 (5.9%)，愛知県 12/84 (14.3%)，三重県 5/27 (18.5%)，和歌山県 9/18 (50.0%)，徳島県 5/14 (35.7%)，高知県 6/22 (27.3%)，福井県 1/13 (7.7%)，石川県 9/27 (33.3%)，富山県 4/25 (16.0%)，岐阜県を除いたこれら全県で 54/281 (19.2%) であった(該当施設数/全回答施設数 [%])。愛知県と福井県では海拔がマイナスで海岸・河口からの距離が 2.5 km 以内の施設が各々 1 施設あった。

(2) 「緊急地震速報」の認知度

(2-1) 気象庁の「緊急地震速報」の認知度

今回アンケートに回答のあった施設では，気象庁の「緊急地震速報」の認知度は 98.2% (319/325) であり，良く認知されていることが分かる。

(2-2) 緊急地震速報の「予報」と「警報」の違いの認知度

緊急地震速報の「予報」と「警報」の違いの認知度を図 5 に示す。今回アンケートに回答のあった施設では，33.2%がこの違いを理解していた。

(3) 「緊急地震速報」の導入頻度とその種類

(3-1) 院内全館の導入の有無とその種類(予報または警報)

「緊急地震速報」の院内全館の導入の有無を図 6 に示す。今回アンケートに回答のあった施設では，「緊急地震速報」の院内全館の導入は全体では 12.6%で，愛知県が進んでおり，次いで三重県，岐阜県，福井県，静岡県の順であった。今回のアンケートでは和歌山県，徳島県，富山県の施設に「緊急地震速報」が導入されているという回答はなかった。緊急地震速報が院内全館に導入されている 41 施設のうち，「緊急地震速報(予報)」，「緊急地震速報(警報)」が整備されている施設は各々 11 施設，15 施設

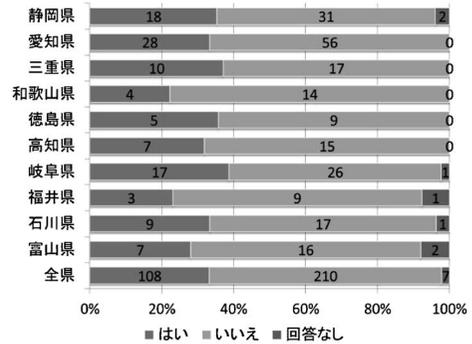


図 5. 「緊急地震速報」の「予報」と「警報」の違いの認知度

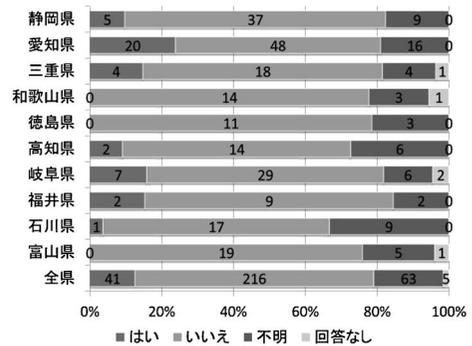


図 6. 「緊急地震速報」の院内全館導入の有無 院内全館の導入は全体では 12.6%で，愛知県が進んでいる。

であった(残り 15 施設は内容不明と回答)。多くの県で「緊急地震速報(予報)」は整備されていなかった。

(3-2) MR 検査室固有の「緊急地震速報」システムの有無

今回アンケートに回答のあった施設では，個人的な携帯電話の利用 33 件 (10.2%)，院内 PHS の利用 1 件，アマチュア無線の利用 1 件があった。

(3-3) 緊急地震速報の導入の背景となる要因についての検討

今回アンケートに回答のあった施設における緊急地震速報の導入の背景となる要因について

表. 緊急地震速報の導入の背景となる要因

カイ二乗検定, $p < 0.001$	施設規模						合計	
	入院設備なし	100床以下	101-300床	301-500床	501床以上			
緊急地震速報 導入の有無	あり	度数	0	8	9	12	12	41
		%	0.0%	19.5%	22.0%	29.3%	29.3%	100.0%
	なし	度数	45	46	72	36	14	213
		%	21.1%	21.6%	33.8%	16.9%	6.6%	100.0%
	不明	度数	7	12	27	7	10	63
		%	11.1%	19.0%	42.9%	11.1%	15.9%	100.0%
合計	度数	52	66	108	55	36	317	
	%	16.4%	20.8%	34.1%	17.4%	11.4%	100.0%	

「施設規模」と「緊急地震速報の導入あり・なし」について、関連をうかがわせる結果が得られている（カイ二乗検定, $p < 0.001$ ）。

検討を行ったところ、施設規模と緊急地震速報の導入あり・なしについて、何らかの関連をうかがわせる結果が得られたが（表, カイ二乗検定, $p < 0.001$ ）、それ以外の要因（建屋構造, 海拔, 河口からの距離）については関連は観察されなかった。

(4) 過去の「緊急地震速報」の放送または受信頻度とその対応

(4-1) 過去の「緊急地震速報」の放送または受信頻度の有無

今回アンケートに回答のあった施設では、過去の緊急地震速報の放送または受信は全体で28件であり、個人の携帯電話で緊急地震速報を受信した度数が含まれていた。

(4-2) 放送または受信直後に取られた行動

28施設のうち、特に行動できなかつた・しなかつた9件（32.1%）、MR室のドアを開けた5件（17.9%）、検査を中止し患者・職員の安全確保5件（17.9%）、情報収集（TVの利用や総括部による）2件（7.1%）、避難経路の確認2件（7.1%）、安全が確認できるまで検査を中断1件（3.6%）、情報確認後、院内LANで通知1件（3.6%）、携帯電話による安否確認1件（3.6%）、その他2件（7.1%）の回答があった。

(5) 地震防災訓練と「緊急地震速報」

(5-1) 地震防災訓練時の「緊急地震速報」を活用した訓練の有無とその内容

今回アンケートに回答のあった施設では、地震防災訓練時に「緊急地震速報」を活用した訓練を行っているが、具体的な内容の記載のない回答が19件、患者・職員の安全確保が3件、柱・機器類の点検が3件あり、緊急地震速報が整備された41施設のうち、これら25施設で地震防災訓練時に緊急地震速報を活用した有効な訓練がなされているとすれば、61.0%の施設での活用となる。

(5-2) 「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに「緊急地震速報」が加味されているか否か

今回アンケートに回答のあった施設における「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに「緊急地震速報」が加味されているか否かを図7に示す。各県0~22%で、全体で15.7%の施設で緊急地震速報が加味されたマニュアルが作成されていた。

(5-3) 「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに記載されている「緊急地震速報」受信後のMR検査室での行動

今回アンケートに回答のあった施設から、有

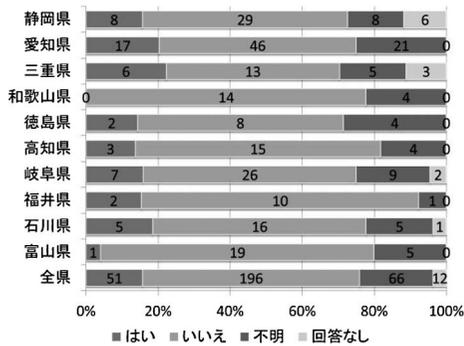


図 7. 「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに「緊急地震速報」が加味されているか否か

効と考えられる回答が 20 件あり、「ただちに検査を中止し、患者を検査室から出し、避難場所などへ誘導し安全を確保する」などの回答が 14 件、「MR 検査室の異常の有無を調べる」などが 2 件、「マニュアルに対応が記載されている（アンケートに内容が分かる回答がない）」が 2 件、「クエンチ・磁場状態の確認と状況に応じた立ち入り禁止措置」が 1 件、「災害時における MR 装置の安全管理に関する提言に則っている」が 1 件であった。

(5-4) MR 検査室の地震防災訓練での「緊急地震速報」を活用した訓練の有無

今回アンケートに回答のあった施設で、MR 検査室の地震防災訓練において「緊急地震速報」を活用した訓練があるのは各県では 6% 以下で、全県としては 8 施設 (8/325, 2.5%) であった。緊急地震速報の院内全館導入件数の 41 件に対し、施設全体としての「緊急地震速報」を活用した訓練は 25 施設で行われ、MR 検査室の「緊急地震速報」を活用した防災訓練は 8 件 (19.5%) のみ行われていると推定された。

(5-5) MR 検査室の地震防災訓練での「緊急地震速報」を活用した訓練の内容

今回アンケートに回答のあった施設から次の 6 件の回答が寄せられた：ただちに撮影中止とし、患者様をガントリーより退避行動に移る；

検査を中止し、速やかに職員、患者の安全を確保する；検査室ドアを開け避難経路を作る；スキャンを止めてただちにガントリー外へ出し可能な限り検査室から退出させる；検査を中止し、患者を避難、誘導する。コンソールの電源をシャットダウンする；担当者または当直者はただちに酸素濃度を確認し、患者が撮影室にいたら、速やかに出す。

(5-6) MR 検査室で「緊急地震速報」が流れた場合、「緊急地震速報を聞いてから本震が到達するまで」にすべき行動

今回アンケートに回答のあった施設における「緊急地震速報」が流れた時、「緊急地震速報を聞いてから主要動（本震）が到達するまで」に MR 検査室ですべき行動の回答項目の第 1 順位として回答された項目の度数を図 8a、全体の度数を図 8b に示す。

(6) 震災における MR 検査室の安全に関する情報「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」の認知度

今回アンケートに回答のあった施設の個人の回答による「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」の認知度を図 9 に示し、全県では 32.3% で、和歌山県、徳島県、高知県では 50% であった。

考 察

(1) 施設の基本情報

施設規模については、101~300 床 (34.2%) が最も多く、平成 24 年度の調査対象となった施設割合 (29.9%)¹⁾ よりやや多いが同様の傾向であった。設置階は、1 階が多く (81.8%)、地下は全県で 25 件 (7.7%) であった。施設の構造の耐震構造、免震構造の割合は平成 24 年度の調査報告¹⁾ では各々 67.8%、9.0% であり、本調査の耐震構造の割合はほぼ同じであったが、免震構造の割合は 13.5% とやや多かつ

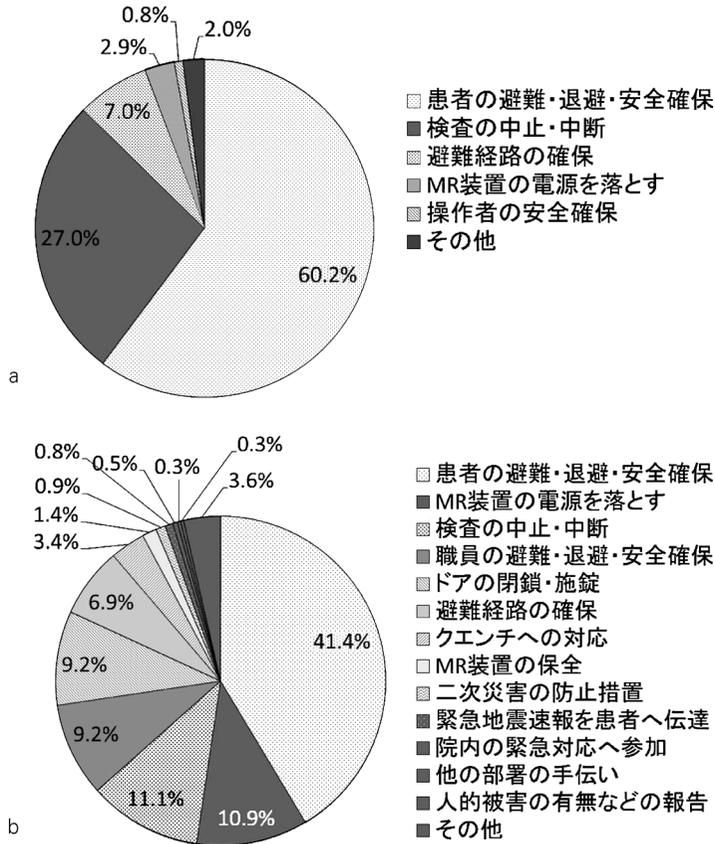


図 8. MR 検査室で「緊急地震速報」が流れた場合、「緊急地震速報を聞いてから本震が到達するまで」にすべき行動
 a 回答項目の第 1 順位, b 回答項目の全体の度数を示す.

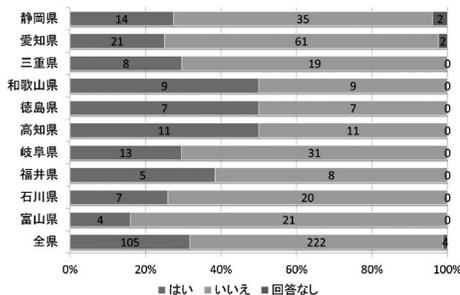


図 9. 「災害時における MR 装置の安全管理に関する指針」「MR 検査室の防災指針」の閲覧の有無
 閲覧ありの回答は、全県では 32.3%で、和歌山県、徳島県、高知県では 50%である.

た.

平成 24 年度の調査報告では東日本大震災の津波による MR 施設の浸水被害は、施設の海拔が 13 m 以下、海岸・河口からの距離が 3 km 以下で認められ、MR 装置の被害は施設の海拔が 13 m 以下、海岸・河口からの距離が 2.5 km 以下で認められたと報告されている²⁾。今回のアンケートに回答のあった施設では、「海拔」が 13 m 以下で「海岸・河口からの距離」が 2.5 km 以下の施設は全体の 19.2%であり、相対的に比率が高いのは和歌山県、徳島県、高知県、石川県であった。東日本大震災級

の地震に伴う津波により、日本海側でも被害が生じる可能性が示唆された。

(2) 「緊急地震速報」の認知度

気象庁は平成 19 年 10 月 1 日から、緊急地震速報⁴⁾の発表を開始した。地震波には P 波(秒速約 7 km)と S 波(秒速 4 km)があり、地震波の P 波によって引き起こされる揺れが初期微動、後から伝わってくる S 波による強い揺れは主要動(本震)で、後者が被害をもたらす。先に伝わる初期微動を検知した段階で、主要動が伝わる前に危険が迫っていることを知らせるのが、緊急地震速報である。また、緊急地震速報には警報と予報がある。緊急地震速報(警報)は顕著な被害が生じ始める最大震度が 5 弱以上と予想された場合に、震度 4 以上が予想される地域名が、テレビ、ラジオ、携帯電話など、不特定多数向けに発表され、具体的な予測震度と主要動到達予測時刻は発表されない。緊急地震速報(予報)は高度利用者向けで、最大震度 3 以上またはマグニチュード 3.5 以上等と予想されたとき、震度 5 弱以上と予測される地域の予測震度と主要動到達予測時刻が発表される。

緊急地震速報から主要動までの時間は、数秒から数十秒と極めて短く、震源に近いところでは速報が間に合わない。直下型地震では役立たないことがある。また、予測された震度に誤差を伴うこともある。

本研究では、緊急地震速報は良く認知されているが、これに予報と警報があることを理解している施設は 33.2%に留まった。

(3) 「緊急地震速報」の導入頻度とその種類

平成 24 年度の本研究事業で、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災で被災した MR 装置に関連してなされた被災調査¹⁾の自由記述の内容を解析した結果、緊急地震速報の有用性が確認された^{3),5)}。緊急地震速報により、地震の主要動が到達する前に患者の安全確保を行うことが重要である。しかし、緊急地震速報が院内全館で導入されているのは全県でみると

12.6%であった。また、主要動までの到達時間がカウントされる予報システムが警報システムよりも少ない。この「緊急地震速報(予報)」が十分に普及していない事実は、地震防災上、大きな問題であると考えられた。

緊急地震速報の導入の背景となる要因として建屋構造、海拔、河口からの距離との関連はなかったが、施設規模が関係している可能性が示唆された(表 1)。このことから、緊急地震速報の導入は、個々の施設についての具体的なリスク分析よりも防災意識に依存しているのではないかと推定された、または、施設規模が大きい方が、緊急地震速報の導入というインフラを整備しやすい環境があると考えられた。緊急地震速報の関連機器の購入・設備工事・回線使用料・維持費にかかる費用は少額でなく¹²⁾、コスト・パフォーマンスを考えると導入に躊躇する施設があると思われる。

一方で、携帯電話を身近に置いて、活用しようとする MR 担当者(10.2%)もいた。したがって、緊急地震速報が院内全館で導入されるまでは、MR 検査中の MR 担当者は緊急地震速報を受信できる携帯電話を近傍に置き、緊急地震速報を受けられる体制を作ることが必要と思われた。

(4) 過去の「緊急地震速報」の放送または受信頻度とその対応

緊急地震速報の院内放送設備がある施設または個人の携帯電話などで、過去に速報が受信された施設は 28 施設であった。この回答のうち、17.9%で MR 検査室のドアを開け、患者救出を行おうとする行動に出た担当者もいる一方、32.1%では何も行動できなかった・しなかったとの回答であった。主要動が到達する約 10 秒程度の間に、すぐに患者救出の行動を取れるか否かが重要と思われた。緊急地震速報を加味した防災訓練が重要になると思われる。

(5) 地震防災訓練と「緊急地震速報」

「緊急地震速報」が院内全館導入されている 41 施設に対し、「災害時対応マニュアル」ある

いは「防災訓練マニュアル」などに「緊急地震速報」が加味されていると回答した施設は51施設であるため、緊急地震速報が整備されている施設では、これを加味した防災訓練がマニュアルに記載されていると考えられた。しかし、実際にMR検査室の地震防災訓練時に「緊急地震速報」を活用した訓練は、41施設中8施設(19.5%)で行われているのみで、残りの施設では行われていない可能性があった。

「災害時対応マニュアル」あるいは「防災訓練マニュアル」などに記載されている「緊急地震速報」受信後のMR検査室での行動については、20件の回答があったのみであり、緊急地震速報が整備されているが、MR検査室に関連する記述がなされていない施設がある、またはMR担当者が内容を理解していなかったと考えられた。なお、記載されている内容は、日本磁気共鳴医学会ホームページに掲載された安全性情報「震災におけるMR検査室の安全に関する情報(平成26年1月15日)」⁹⁾による「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」に記載されている項目が含まれていた。

訓練マニュアルに「緊急地震速報」受信後のMR検査室での行動が記載されていた施設では、「緊急地震速報」を活用したMR検査室の地震防災訓練がおおむね実施されていると思われた。また、記載されている訓練内容は、「MR検査室の防災指針」⁹⁾に記載されている項目が含まれていた。

また、MR検査室で「緊急地震速報」が流れた場合、「緊急地震速報を聞いてから本震が到達するまで」にすべき行動を緊急地震速報システムがない施設も含め、本アンケートで尋ねた。尋ね方は選択枝ではなく、回答者が自由に想起する形で回答を求めたところ、検査を中止し、患者の避難・誘導に相当する行動が想起されていることが確認された。なお、記載されている内容は、「MR検査室の防災指針」⁹⁾に記載されている項目が含まれていた。

東日本大震災において、「緊急地震速報」が流れた時どのように行動するかをあらかじめ相談し、実際に防災訓練に組み込んでいた施設で有用性が報告されている^{3),5)}。したがって、地震防災訓練時に「緊急地震速報」を活用した訓練を行い、緊急地震速報の放送を契機に主要動(本震)襲来よりも早期に患者救出を行う訓練をする必要がある。また、年に1回以上の訓練は必要と考えられる¹²⁾。

なお、病院内にいる家族、業者など、施設の指揮系統に直接含まれていない者が持っている携帯電話に着信する緊急地震速報が与える影響についても考慮し、防災計画を立てることが今後の課題の一つと考えられる。

(6) 震災におけるMR検査室の安全に関する情報「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」の認知度

平成25年9月21日に開催された第41回日本磁気共鳴医学会大会で参加者1421名に対し、1200部の「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」の資料が配布された。これはアンケート送付約4~5か月前であった。また、日本磁気共鳴医学会ホームページの安全性情報「震災におけるMR検査室の安全に関する情報「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」が掲載されたのは平成26年1月15日、アンケートまでに2~6週間しか経っていない。この状況下で、今回アンケートに回答のあった施設では、全県で32.5%、和歌山県、徳島県、高知県では50%の施設で指針が閲覧されていた。平成24年になされた東日本大震災の「MR装置の被災調査アンケート」¹⁾で日本磁気共鳴医学会が公表した「災害時のMR検査の安全に関する緊急提言」を1年3か月後までに各施設が読んだ割合は43.2%であった。閲覧期間を加味すると、今回の2指針の認知度は、充分高い数値と思われる。さらに、今回アンケートに回答のあった施設で

は、南海 3 県は他県よりも認知度が高かった。これは大きな地震が起こることが想定されており、関心が高い以外に、第 41 回日本磁気共鳴医学会におけるワークショップが南海地区の徳島で開催⁸⁾されたことや、高知県や和歌山県の地元でのアンケートの実施⁸⁾などの啓蒙の影響があったと思われる。このように防災指針の認知度に防災の啓蒙活動の効果が検出されたことは、啓蒙活動が如何に重要であることを示すものである。

なお、本研究で東海・南海地区などの十県の MR 装置が設置されているほぼ全施設にアンケートを送付し、緊急地震速報その他の内容を尋ねたことは、緊急地震速報の利用を含めた MR 検査室の防災対策のあり方を啓蒙する効果があったと期待される。

(7) 北陸地方と他の地域との比較

北陸地方に含まれる福井県、石川県、富山県と他地域のアンケート結果は同様の傾向があることから、地域による明らかな差は認められなかった。

(8) 本研究の限界

本研究における各県のアンケート回収率は 26.5%~48.4%で、全体の回収率は 36.2%と低値であるため、今回のアンケート結果は真の結果を反映していない可能性がある。つまり、「今回アンケートに回答のあった施設」をまとめた結果であり、これらのデータのみですべての県内施設分布などを反映していない可能性がある点に注意が必要である。

ま と め

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災で被災した MR 装置に関連してなされた東北・関東 7 県の「MR 装置の被災調査アンケート」¹⁾において、MR 装置の約半数が検査中であり、患者の避難に緊急地震速報の有用性が確認された例があった。そこで、「南海トラフ巨大地震」の発生が予測されている東海・南海地

区 7 県（静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、岐阜県）と比較として、北陸地方 3 県（福井県、石川県、富山県）に緊急地震速報を含む MR 検査室の防災対策などの現状を把握するアンケート調査を実施した。896 施設にアンケートを送付し、325 通（36.2%）を回収して解析した。施設の基本状況は以前のアンケート結果とおおむね似ていた。東日本大震災で MR 装置が浸水被害を受けた施設は海拔 13 m 以下、海岸から 2.5 km 以内に位置しており、今回アンケートに回答のあった施設では、これに相当する施設の割合は静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、福井県、石川県、富山県でそれぞれ 5.9%、14.3%、18.5%、50.0%、35.7%、27.3%、7.7%、33.3%、16.0%であった。院内全館の緊急地震速報が導入されていたのは 325 施設中 41 施設（12.6%）で、施設規模の大きさとの関連が示唆され、インフラ整備のしやすさに依存している可能性があった。また、41 施設のうち緊急地震速報を活用した MR 検査室の地震防災訓練を行っていたのは 41 施設中 8 施設（19.5%）であった。今後、緊急地震速報の普及を図ることが MR 検査室を含めた病院全体の震災対策に役立つと考えられるが、院内全館の緊急地震速報のインフラが整うまでは、緊急地震速報を受信できる個人の携帯電話を利用して緊急地震速報の情報を得ることが推奨される。また、これを用いることを前提とした MR 検査室の地震防災訓練を定期的に行うことが推奨される。さらに、学会による地震防災対策啓蒙効果の可能性も示唆される結果が得られ、今後、東日本大震災の教訓やこれに関連した調査に基づいた防災や減災の取組が必要と思われる。

謝 辞

本調査は平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金 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」の分担研究として実施されました。本調査を実施するにあたって回答を頂きました各施設の方々、全面的なご支援を頂いた各地域の研究会（徳島 MRI 研究会，和歌山 MR サロン，高知 MRI 研究会，公益社団法人高知県診療放射線技師会，公益社団法人日本放射線技術学会中部部会 MRI 研究会（東海ブロック），公益社団法人日本放射線技術学会中部部会 MRI 研究会（北陸ブロック），公益社団法人静岡県放射線技師会，公益社団法人石川県診療放射線技師会）に厚く御礼申し上げます。また，緊急地震速報についてご教示頂きました気象庁地震火山部管理課の松井正人先生，アンケート作成などにご協力を頂きました栗原市立栗原中央病院の引地健生先生，宮城厚生協会泉病院放射線室の前谷津文雄先生，高知医療センター放射線科の村田和子先生，もみのき病院放射線科の水口紀代美先生，和歌山労災病院放射線科の木戸義照先生，調査票の発送や回収，データ集計に尽力を頂いた名古屋大学大学院医学系研究科医療技術学専攻医用量子科学分野の岩瀬大祐氏，長村晶生氏，安田岳史氏，米山祐也氏にも感謝申し上げます。

文 献

- 1) 中井敏晴，山口さち子，土橋俊男，他：東日本大震災による MR 装置被災調査の実施報告。日磁医誌 2013 ; 33 : 92-119
- 2) Nakai T, Maeyatsu F, Adachi K, et al.: The tsunami disaster and MR scanners in the Great East Japan Earthquake in 2011. Magn Reson Med Sci 2014 ; 13 : 197-148
- 3) 礒田治夫．厚生労働科学研究費補助金 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『5. 東日本大震災における「MR 検査の患者の安全確保」と「MR 装置の安全確保」について』
- 4) 気象庁「緊急地震速報について」<http://www.data.jma.go.jp/>
- 5) 礒田治夫．厚生労働科学研究費補助金 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 25 年度総括・分担研究報告書「4. 震災時の MR 検査室の防災対策について」
- 6) 町田好男，前谷津文雄，引地健生，他：東日本大震災により被災した MR 検査室を訪ねて —被災地から伝えたいこと．映像情報メディカル 2014 ; 46 : 350-355
- 7) 中井敏晴，山口さち子，土橋俊男，他：MR 検査室における震災対策—防災対策と緊急対処のための 2 指針について．日磁医誌 2014 ; 34 : 52-73
- 8) 引地健生，中井敏晴，土橋俊男，木戸義照，礒田治夫，村田和子：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．日磁医誌 2014 ; 34 : 6-13
- 9) 一般社団法人日本磁気共鳴医学会「震災における MR 検査室の安全に関する情報（平成 26 年 1 月 15 日）」<http://www.jsmrm.jp/>
- 10) MRI 設置施設名簿 (Part1)．新医療 2013 ; 6 : 146-148
- 11) MRI 設置施設名簿 (Part2)．新医療 2013 ; 7 : 154-161
- 12) 堀内義仁：病院における「緊急地震速報システム」導入にむけた課題．日本集団災害医学会誌 2009 ; 14 : 205-210

Results of a Survey Assessing the Current Status of Earthquake Countermeasures in and around the MR Suite in the Tokai and Nankai Areas

Haruo ISODA¹, Shuji KOYAMA¹, Sachiko YAMAGUCHI-SEKINO²,
Toshiharu NAKAI³

¹*Brain & Mind Research Center, Nagoya University*

1-20 Daikominami 1-chome, Higashi-ku, Nagoya 461-8673

²*Division of Health Effects Research, National Institute of Occupational Safety and Health*

³*Neuroimaging & Informatics, National Center for Geriatrics and Gerontology*

At the onset of the Great East Japan Earthquake (GEJE), patients were undergoing examinations in about half of all magnetic resonance (MR) scanners in the 7 prefectures of east Japan. Based on a survey of damage to 602 of these scanners after the GEJE, it was perceived that the earthquake early warning (EEW) system that was in place enabled MR operators to initiate rescue of some patients in MR gantries in a timely manner before the onset of the quake. To investigate the status of current disaster preparedness measures, such as the EEW system, we sent questionnaires to all 896 facilities with installed MR scanners in the 10 prefectures in the Tokai and Nankai areas (Shizuoka, Aichi, Gifu, Mie, Wakayama, Tokushima, and Kochi), where a large earthquake is anticipated in the near future, and in a part of the Hokuriku district (Fukui, Ishikawa, and Toyama), and we collected 325 responses (36.2%). Basic information from all facilities was almost the same as that obtained in the previous survey regarding the GEJE. Using the thresholds for flood damage in the GEJE, i.e., less than 13 m above sea level and within 2.5 km of the coast, the estimated incidence of flood damage to MR scanners from a tsunami similar to that after the GEJE was 18.5% for all facilities in Mie Prefecture, 50.0% for Wakayama, 35.7% for Tokushima, and 27.3% for Kochi. EEW systems were installed in only 41 of 325 facilities (12.6%), with the rate of installation related to the size of the facility. Eight of these facilities (19.5%) conducted MR suite emergency drills for earthquake with the aid of the EEW. The EEW system is available to all cellular phone users, so MR operators should keep their personal cellular phones handy at work, especially in facilities without an EEW system. MR suite emergency drills for earthquakes should also be performed periodically using personal cellular telephones.