

一破損なし 2. アンカー固定あり-アンカー破損あり 3. アンカー固定なし 4. その他] ; 2-1-3 被害の程度 [1. 影響なし 2. 軽微 3. 半損 (軽) 4 半損 (重) 5 全損] (MR装置被害の分類は資料参照) ; 2-2 MR 室 2-2-1 被害の程度 [1. 影響なし 2. 一部損壊 3. 半壊 4. 全壊] (MR 室の部分だけでの評価、建物被害の分類は資料を参照) ; 2-3 設置建屋 2-3-1 建物の構造 [1. 耐震構造 2. 制振構造 3. 免震構造 4. その他] 2-3-2 被害の程度 [1. 影響なし 2. 一部損壊 3. 半壊 4. 全壊] ; 2-4 建屋、MR 室の破損状況に関して特記事項 (自由記述) ; 2-5 MR装置の破損状況について個別の事象の有無 (発生件数によらない) 2-5-1 マグネットの架台破損 [有 無] (以下同様) 2-5-2 マグネットの移動 2-5-3 磁性体の吸着 2-5-4 架台以外のマグネット装備品の損壊 2-5-5 チラー (冷却系) や空調機の故障 2-5-6 クエンチダクトの損傷 2-5-7 急激なヘリウム量の減少 2-5-8 システムキャビネット等のアンカーの破損 2-5-9 撮影室の電波・磁気シールドの破損、機能低下 2-5-10 屋外機の設置状態の異常 (地盤の変動) 2-5-11 浸水による電気、電子システムの故障 2-5-12 床下、ピット内、壁内の配線の切断、損傷 2-5-13受信コイル等の整理棚からの落下による破損; 2-6 2-5-3 で磁性体吸着が「有」の場合は、具体的に何が吸着されたか、どこにあった物品と思われるかを記載 (自由記述) ; 2-7 その他、MR装置の破損状況について特記すること (例: 特に危険を感じた事象、上記の選択肢には記載されていない事象等) があれば記入 (自由記述)

(3) 被害原因 今回の被害の主な原因は何か [1. 強い揺れ、 2. 津波、 3. 揺れと津波の両方、 4. インフラの復旧遅延 (停電・断水)]

(4) 復旧の状況 4-1 復旧作業は病院 (施設) スタッフかMR装置メーカーのいずれが中心であったか [1. 病院 (施設) スタッフによる点検のみで再稼働させた 2. MR装置メーカーによる点検のみで再稼働させた 3. 両者が関与したがMR装置メーカー主導で再稼働させた 4. 両者が関与したが病院 (施設) スタッフ主導で再稼働させた 5. 特に復旧作業あるいは点検は行わずそのままMR装置を使用した 6. 復旧が不可能であった] ; 4-2 復旧の際に判断に迷ったり特に困ったりした事項 (自由記述) ; 4-3 復旧作業の状況について [1. MR装置メーカーによる点検作業を待てないので、病院 (施設) スタッフによる点検で再稼働させた 2. 震災後にMR装置メーカーのコールセンター等が不通になり支障が大きかった 3. 装置の復旧費用を誰が負担するかが問題になった (なっている)、 4. 装置の費用負担の問題が原因で復旧が進まなかった (進んでいない) 5. 建物被害が著しいため普及が進まなかった (進んでいない) 6. 費用や建物被害以外の原因で復旧が進まなかった (具体的原因を自由記述)] ; 4-4 復旧の障害となった事項について (自由記述) ; 4-5 具体的な復旧状況 (自由記述)

(5) 復旧の時期、震災時の状況 (MR装置ごとに回答) 5-1 メーカーによる復旧作業 (修理) 開始までの期間 (発災から) [1. 当日 2. 翌日 3. 三日以内 4. 一週間以内 5. 二週間以内 6. 二週間以上] ; 5-2 機器が使用可能

となるまでの復旧期間(発災から) [1. 当日 2. 翌日 3. 三日以内 4. 一週間以内 5. 二週間以内 6. 二週間以上] 5-3 検査を再開するまでの期間(発災から) [1. 当日 2. 翌日 3. 三日以内 4. 一週間以内 5. 二週間以内 6. 二週間以上] 5-4 震災時の状況 [1. スキャン中 2. 検査中 3. 始業前・終業後 4. 実験中 5. 点検中 6. 非稼動状態]

(6) 検査中の場合、患者の被害状況 (MR 検査に関係ある事項のみ) 6-1 震災時発生時にMR装置と関連して患者に被害が発生したか

[有、無]; 6-2 具体的な被害状況 (自由記述)

(7) 検査担当者の被害状況 (MR 検査に関係ある事項のみ) 7-1 震災時発生時にMR装置と関連して検査担当者に被害が発生したか

[有、無]; 7-2 具体的な被害状況 (自由記述)

(8) 発災直後に取った措置 8-1 患者の安全確保 (自由記述)、8-2 MR装置の安全確保 (自由記述)

(9) 復旧費用 (MR装置に関連する費用のみ)

[1. 保守契約内は無償 2. 100 万円未満 3. 100 万円以上500 万円未満 4. 500 万円以上1000 万円未満 5. 1000 万円以上 6. 現時点で不明]

(10) 磁場停止措置 10-1 震災直後にクエンチボタン (消磁ボタン) を押したか [1. 押した 2. 押さなかった]; 10-2 押した場合は、その理由 (自由記述)

(11) クエンチの発生 11-1 今回の震災時やそれ以降にクエンチが起きたか (クエンチの分類は資料を参照) [1. 即時クエンチ 2.

遅延クエンチ 3. 原因不明のクエンチ 4. 無]; 11-2 クエンチ発生の場合、のべ何回のクエンチが発生したか (回数を回答); 11-3 上記①で該当の場合、クエンチが起きた装置に磁性体の吸着はありましたか [有 無]; 11-4 上記③で「有」の場合、吸着された具体的な物品や状況を教えてください; 11-5 今回の震災以前にクエンチの発生はあったか

[有 (回数を回答) 無]; 11-6 11-5 で該当 (有) の場合の分類 (複数回答可) [1. 設置時に発生 2. 通常の運転時に発生 3. 施設のトラブルに関連して発生 (1. メンテ作業時に発生 2. 天変地異に関連して発生 3. 原因不明)]; 11-7 クエンチに関して特記すべき事項があれば記載してください (クエンチの原因と考えられる事象、クエンチに関する疑問点など)

(12) 災害時のMR 検査の安全確保に関する指針 12-1 2011 年3 月15 日に日本磁気共鳴医学会が出した「災害時のMR 検査の安全に関する緊急提言」を読んだか [1. 公表後1 週間以内に読んだ 2. 1 週間後以降に読んだ 3. 1 ヶ月後以降に読んだ 4. その緊急提言は知らなかった]; 12-2 「緊急提言」は役に立ったか [1. 大変役に立った 2. 一部分が役に立った 3. 役に立たなかった]; 12-3 「役に立った」と回答の方へ、具体的にどの部分が役立ちましたか (自由記述); 12-4 「緊急提言」を知った機会 [1. 日本磁気共鳴医学会のホームページ 2. その他のインターネット情報 3. 職場での伝達 4. 行政機関からの通知 5. MRメーカーからの案内 6. 学会や技師会等からの連絡 7. 知人を通して 8. その

他]; 12-5 今後このような指針に追加すべき事項 (自由記述)

(13) 今後の震災への対応策 (自由記述)

(14) 聞き取り調査への対応 [はい いいえ]

### 調査票の回収方法と集計

調査票の送付と回収は国立長寿医療研究センターを最終的な発着点とした郵送調査により行い、対象者が調査票を受け取ってから約2か月後となる2012年8月31日(火)を投函期限とし返送するよう調査票用紙に添付した説明文に記載して指示した。回答票には聞き取り調査を受託する場合以外は回答者個人や施設を特定できる情報は含まれない。

調査票の記入内容はエクセルを用いた集計表に入力作業を行い、2名が独立に読み込みエラーの確認を行い修正し最終データとした。集計票には調査票が回収された順に割り振られたID番号のみを付し、施設や回答者が判明している調査票についても集計ではそれらの情報を除いて作業を行った。集計表から算出された合計等のデータについては、2名でチェックを行った。装置について、常電導磁石という回答については、マーケティング状況を鑑みるにほぼ全て永久磁石型MR装置と考えられたため、永久磁石に集約した。

### (倫理面への配慮)

本研究は個人情報や人・動物等の生命体を調査対象とする研究ではなく、また、何等かの介入を行うことも無い匿名調査である。また、人の疾病の成因及び病態の解明並びに予防及び治療の方法の確立を目的とする研究にも相

当しない。しかし、調査票に調査の主旨説明と同意確認を行うための文書を添付し、回答票の返信を持って同意とする事を明記し、それを確認した。

## C. 研究結果

### 回収率

984通の調査票投函は2012年6月15日から7月4日の間に実施された。一斉に投函できなかったのは発送作業上の制約による。調査票に提示した回収期限は8月31日であったが10月31日まで回収を続けた結果、当初配布した984通のうち456通が回収された(単純回収率46.1%)。震災後にMR装置が導入されていたことが判明した施設から得られた回答が4件あったため、調査対象としての母集団から外した。また、調査期間中にMR装置を震災当時に導入していたことが新たに判明した施設が3施設あったため、追加して調査票3通を送付し、最終的には調査対象を983施設、回収数を458件と修正した(最終回答率46.6%)

### 施設の基本情報

施設情報を表1-1~1-7に回答を寄せた施設の基本情報を、表1-8にその所在地となる当該地域の震度を示す。施設規模としては101~300床規模の病院が最も多かったが(29.9%)、全体的に極端な偏りは無いものと考えられる(表1-1)。法人としての施設の種類は民間病院(39.1%)が最も多く、ついでクリニック(診療所)、国公立病院であった(表1-2)。MRI装置の設置台数は1台が(79.5%)(表1-3)、磁場強度は1.5Tが(61.6%)最も多く、つい0.5T

以下（23.9%）（表1-4）、磁場システムは超伝導が78.4%であった（表1-5）。建屋構造は耐震構造が68.0%、免震構造が7.8%、「その他」の回答が15.4%であり、建屋の築年月日は1981

年（建築基準法の改定年）以前のもものは14.0%であった（表1-7）。震度分布は震度5以上が90.8%を占めており、震度3～4が5.3%で震度2以下の回答は無かった（表1-8）。

表 1-1 施設規模（施設単位）

	度数	割合（%）
入院設備なし	95	20.7
100床以下	88	19.2
101～300床	137	29.9
301～500床	82	17.9
501床以上	55	12.0
無回答	1	0.2
合計	458	100.0

回答を得た施設の病床数規模。割合（%）は回収された調査票の総数に対するそれぞれの病床規模分類の比率を示す（施設単位）。

表 1-2 施設の種類（施設単位）

種類	度数	割合（%）
クリニック（診療所）	106	23.1
民間病院	179	39.1
国公立病院（独立行政法人を含む）	101	22.1
私立大学病院	26	5.7
国公立大学病院	8	1.7
大学病院以外の大学施設・研究機関	8	1.7
その他	27	5.9
無回答	3	0.7
合計	458	100.0

回答を得た施設の種別分類。割合（%）は総回答数に対するそれぞれの施設分類の比率を示す（施設単位）。

表 1-3 MRI 装置の設置台数（施設単位）

	度数	割合 (%)
1 台	364	79.5
2 台	63	13.8
3 台	16	3.5
4 台	11	2.4
5 台以上	4	0.9
無回答	0	0.0
合計	458	100.0

回答を得た施設が保有する MR 装置の台数。割合 (%) は総回答数に対するそれぞれの台数分類の比率を示す（施設単位）。

表 1-4 MR 装置の静磁場強度（装置単位）

磁場強度	度数	割合 (%)
0.5T 以下	144	23.9
1T	31	5.1
1.5T	371	61.6
3T	54	9.0
4T 以上	2	0.3
無回答	0	0.0
合計	602	100.0

回答を得た施設が保有する MR 装置の静磁場強度の内訳。超伝導型装置と永久磁石型装置の両方を含む。割合 (%) は総装置数に対するそれぞれの静磁場強度分類の比率を示す（装置単位）。

表 1-5 MR 装置の磁場システム（装置単位）

	度数	割合 (%)
永久磁石	129	21.4
超伝導磁石	472	78.4
無回答	1	0.2
合計	602	100.0

回答を得た施設が保有する MR 装置の静磁場を発生させているシステムの内訳。割合 (%) は総装置数に対するそれぞれの静磁場強度分離の比率を示す（装置単位）。永久磁石型装置を常伝導型と誤認している例については永久磁石型に分類した。

表 1-6 建屋の構造（施設単位、重複あり）

	度数	割合 (%)
耐震構造	313	68.0
免震構造	36*	7.8
制振構造	2	0.4
その他	71*	15.4
無回答	38	8.3
合計	460	100.0

回答を得た施設が MR 装置を設置している建屋構造の分類。\*は重複回答（各 1）。割合 (%) は重複回答を含むそれぞれの回答の全回答に対する比率を示す。

表 1-7 建屋の建築年（施設単位）

	度数	割合(%)
1981 年以前	22	4.8
1982～1989 年	65	14.2
1990～1999 年	131	28.6
2000～2009 年	151	33.0
2010 年以後	13	2.8
不明：1981 年以前の建築	42	9.2
不明：1981 年以後の建築	1	0.2
無回答	33	7.2
合計	458	100.0

回答を得た施設がMR装置を設置している建物の建築年の内訳（装置単位）。割合（%）はそれぞれの建築年代に設置された建屋が全回答に対して占める比率を示す。

表 1-8 当該地域の震度（施設単位）

	度数	割合(%)
1	0	0.0
2	0	0.0
3	3	0.7
4	21	4.6
5 弱	116	25.3
5 強	142	31.0
6 弱	94	20.5
6 強	60	13.1
7	4	0.9
無回答	18	3.9
合計	458	100.0

回答を得た施設の所在地における震度（気象庁分類）。割合（%）は総回答数に対するそれぞれの震度分類の比率を示す（施設単位）。

## 被害状況

個々のMR装置の具体的被害状況を表2に示す。MR装置の磁場強度（表2-1-1）は問1-④の集計結果（表1-3）と完全に一致していないが、静磁場強度が0.5Tよりも大きく1.5Tよりも小さいが1.0Tではない装置が問1-④では近似的に回答され、問2-①-1では「その他」として回答されたためである。磁場システムの分類とMR装置の総台数は問1-⑤と問2-①-2で一致している。装置本体の据え付け方法としては、アンカー固定されている装置が65.8%であり、全装置の3.2%（アンカー固定された装置の4.8%）でアンカー破損が報告されている（表2-1-3）。MR装置に発生した被害の全体評価（表2-1-4）では、78.2%の回答が「影響無し」とする一方で全損は13台（2.2%）で、そのうち11台は津波による被害であった。MR室の被害の程度は91.7%で「影響無し」と回答しており、半壊が3件、全壊が9件であった（表2-2）。MR室が設置されている建屋の構造を問2-③-1では装置ごとに確認している点が問1-⑥の結果（表1-6）とは異なるがほぼ同じ結果になっており、「その他」が16.9%となっている（表2-3-1）。建物全体被害の程度（表2-3-2）は半壊が8件、全壊が6件であった。建屋、MR室の破損状況に関する特記事項（問2-④）では51件の被害報告があり、具体的には壁の亀裂（18件）、浸水被害（12件）、建屋の損傷（7件）、地盤の沈下・液状化（5件）、装置等の移動（5件）、シールドの破損（4件）、床の異常（3件）、壁や天井の剥落（2件）、室外機の破損（1件）、その他（4件）であった（重複回答あり）。MR装置の破損状況については回

答を容易にするために発生件数によらず施設として事象の有無のみを尋ねた（表2-⑤-1～2-⑤-13）。最も多かった被害はマグネットの移動（12.4%）であり、次いでチラー（冷却系）や空調機の故障（9.6%）、急激なヘリウムの減少（8.4%）、架台以外のマグネット装備品の損壊（7.6%）である。注目されるのはクエンチダクトの損傷が4.5%の施設で認められた点である。磁性体の吸着は1.5%であったが、津波被害と関連して発生しており、ロッカー等の什器類や外部から流れ込んだものなど、通常吸引事故では見られないものが吸着されている点が注目された。また、津波被害の非該当事例で磁性体の点滴台が吸引された通常型の吸引事故の発生も報告されている。特に危険を感じた事象、上記の選択肢には記載されていない事象などMR装置の破損状況についての自由記述（問2-⑦）は34件あった。クエンチの不安（8件）が最も多く、その背景は停電（浸水被害を含む）による液体ヘリウム量の低下である。関連して注目されるものとして、ヘリウムの撮影室への漏出の不安（3件）があげられ、その根拠として排気管の破断が指摘されている。実際に、酸素モニタの警報が鳴った事例もあった。次いでMR装置の移動による寝台の不具合（7件）に関するものが多く、寝台がロックしてしまい引き出せなくなったために患者救出の障害になったとする報告があった。マグネットのエンクロージャの脱落（3件）では、患者の救出活動中に発生し患者や技師に衝突しそうになった事例もあった。それ以外に注目される指摘は、操作室に設置されていたシステムキャビネットが転倒しそ

うになった、撮影室入口の建具の変型により閉じ込められる恐怖、空調停止による機械室

の温度上昇が引き起こした装置の不調などであった。

表 2-5-1 マグネットの架台破損（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	18	3.9
無	422	92.1
無回答	18	3.9
合計	458	100.0

表2-5-1～表2-5-13 回答を得た458 施設におけるそれぞれの被害事象の有無。事象発生有無のみを問うており、発生件数や回数に基づいた実数ではない。表2-5-5～表2-5-7 と表2-5-10 は超伝導型装置を保有する施設（332 施設）のみを抽出した集計に基づく。割合（%）は全回答数に対するそれぞれの回答内容の比率である（施設単位）。

表 2-5-2 マグネットの移動（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	57	12.4
無	383	83.6
無回答	18	3.9
合計	458	100.0

表 2-5-3 磁性体の吸着（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	7	1.5
無	432	94.3
無回答	19	4.1
合計	458	100.0

表 2-5-4 架台以外のマグネットの装備品の破損（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	35	7.6
無	407	88.9
無回答	16	3.5
合計	458	100.0

表 2-5-5 チラー（冷却系）や空調機の故障（施設単位、超伝導型装置のみ）

	度数	割合 (%)
有	32	9.6
無	291	87.7
無回答	9	2.7
合計	332	100.0



表 2-5-6 クエンチダクトの損傷  
(施設単位、超伝導型装置のみ)

	度数	割合 (%)
有	15	4.5
無	309	93.1
無回答	8	2.4
合計	332	100.0

表 2-5-7 急激なヘリウム量の減少  
(施設単位、超伝導型装置のみ)

	度数	割合 (%)
有	28	8.4
無	293	88.3
無回答	11	3.3
合計	332	100.0

表 2-5-8 システムキャビネット等の  
アンカー破損 (施設単位)

	度数	割合 (%)
有	20	4.4
無	416	90.8
無回答	22	4.8
合計	458	100.0

表 2-5-9 撮影室の電波・磁気シールドの  
破損、機能低下 (施設単位)

	度数	割合 (%)
有	28	6.1
無	410	89.5
無回答	20	4.4
合計	458	100.0

表 2-5-10 屋外機の設置状態の異常  
(地盤の変動) (施設単位、超伝導型装置のみ)

	度数	割合 (%)
有	17	5.1
無	308	92.8
無回答	7	2.1
合計	332	100.0

表 2-5-11 浸水による電気、電子システムの  
故障 (施設単位)

	度数	割合 (%)
有	13	2.8
無	426	93.0
無回答	19	4.1
合計	458	100.0

表 2-5-12 床下、ピット内、壁内の配線の切断、損傷（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	14	3.1
無	426	93.0
無回答	18	3.9
合計	458	100.0

表 2-5-13 受信コイル等の整理棚からの落下による破損（施設単位）

	度数	割合 (%)
有	17	3.7
無	424	92.6
無回答	17	3.7
合計	458	100.0

### 被害原因

問3では今回の被害の主な原因について尋ねた（表3）。強い揺れが50.3%であったが、インフラの復旧遅延（停電・断水）を主な原因とした施設が20.7%を占め、MR装置が受ける被害はインフラの障害にも大きく依存することを

裏付けている。なお、津波を主因とした回答は5件（1.0%）で津波と強い揺れの双方を原因とした回答7件（1.4%）と合わせて12件が津波による浸水被害を受けた施設であることが確認できた。

表 3 被害原因（施設単位、重複あり）

	度数	割合 (%)	
強い揺れ	243	50.3	MR装置に見られる被害原因の内訳。インフラの復旧遅延については、他の選択肢と重複回答があり、括弧内は重複回答を除いた数字。割合 (%) は重複を含んだ総度数に対するそれぞれの回答数の比率を示す（施設単位、重複あり）。
津波	5	1.0	
揺れと津波の両方	7	1.4	
インフラの復旧遅延（停電・断水）	100 (75)	20.7	
無回答	128	26.5	
合計	483 (458)	100.0	

### 復旧の状況

問4では復旧体制の実情を調べた。震災後の復旧作業の担い手が病院のスタッフかメーカー

のサービスのいずれであったかを尋ねた（問4-①）。39.5%の施設（39.7%のMR装置）において病院（施設）スタッフのみによる点検で再

稼働させており、メーカーも関与したが病院（施設）スタッフ主導で再稼働させたとする回答も合わせると51.3%の施設（51.3%のMR装置）においてスタッフ主導で復帰されている（表4-1）。一方で、特に復旧作業あるいは点検は行わずそのままMR装置を使用したとする施設が5.6%（4.5%のMR装置）あった。

MR装置の復旧過程で判断に迷った事項（問4-②、自由記述）としては69件の回答があり、問4-④で尋ねている復旧の障害になった事項についての記載も含まれた。最も多かった回答は震災時におけるMR装置の再稼働時の注意事項が不明（16件）という指摘であった。通信障害（MR装置メーカーへの連絡不通）が12件、MR装置メーカー担当者の来訪不能10件指摘されており、原発事故の影響により警戒区域外であっても訪問拒否となった事例が3件あった。インフラ障害による復旧の遅れは11件の指摘があったが、具体的な内容として非常電源の容量不足や非常電源への未接続、断水、計画停電などがあげられる。クエンチのリスクに関する状況判断の難しさや不安（9件）も注目され、メーカーに連絡がついても被災地の状況をどれだけ理解して回答しているのか不安であるとする指摘もあった。MR装置の故障による検査再開不能が障害であったとする回答は5件であったが、判明しているだけで装置の全損は13件ある（表2-1-4）。

問4-③では復旧作業において課題となった事項について尋ねたが（表4-2）、MR装置メーカーによる点検作業を待てないので、病院（施設）スタッフによる点検で再稼働させたとする施設が43.9%（総回答数に対する割合）に

達しており問4-①の結果と一致している。震災後にMR装置メーカーのコールセンター等が不通になり支障が大きかったとする回答が14.8%であった。装置の復旧費用を指摘する回答が1.7%（項目3と4）、建物被害の影響は2.2%であったが、3.1%の施設が費用や建物被害以外の原因を指摘している。

復旧の障害原因について（問4-④、自由記述）では68件の回答があり、インフラの回復の遅れによる影響を指摘するものが多かった（35件）。インフラ障害の具体的内容としては、停電や電力の問題が25件、道路の通行障害が6件、通信障害が6件、断水が2件であった。原発事故の影響を指摘する回答は6件あった。MR装置メーカーの対応不足については13件の指摘があったが、大震災という状況なので対応に限度があるのは止むを得ないという捉え方をしたものは8件であった。物資の供給不足では、液体ヘリウムの供給不足が3件、ガソリン不足（2件）や自家発電用の重油不足、MR装置や撮影室の修理用部材の入手困難などが報告された。修理費用や全損した装置の廃棄が負担として大きいとの指摘もあった。

具体的な復旧状況（問4-⑤、自由記述）では142件の回答があり、自主点検で復帰させたとする記述が67件（メーカーに連絡を取りながら指示を仰いだ場合も含む）で、メーカーの点検後に使用再開したとする記述が18件であった。メーカーによる修理後の復帰は24件である。修理作業の内容としては、移動したマグネットの位置修正（12件、うち10件が消磁作業を伴ったことを報告）と寝台の可動性不良の修理（10件）、シールド再建工事（2件）

が主な内容であった。MR装置の全損により廃棄になったとする記述が9件で、関連する状況報告のみで以上のような復帰過程の分類ができないものが27件、建物の問題や原発問題による計画未定が2件であった。なお、永久磁石

型の装置については、停電のために保温装置が停止したために、システムを復帰させても実際に撮影できるまでに時間がかかったとする回答が7件あった。

表 4-1 復旧作業の担い手（施設単位、装置単位）

	施設単位		装置単位	
	度数 施設数	割合 (%)	度数 合計台数	割合 (%)
病院（施設）スタッフによる点検のみで再稼働させた	185	39.5	239	39.7
MR 装置 メーカーによる点検のみで再稼働させた	32	6.8	37	6.1
両者が関与したが、MR 装置 メーカー主導で再稼働させた	84	17.9	94	15.6
両者が関与したが、病院（施設）スタッフ主導で再稼働させた	55	11.8	70	11.6
特に復旧作業、あるいは点検は行わずそのまま MR 装置 を使用した	26	5.6	27	4.5
復旧が不可能であった	20	4.3	13	2.2
無回答	66	14.1	122	20.3
合計	468	100.0	602	100.0

震災後に MR 装置再稼働の担い手が病院（施設）側であったか、メーカー側であったかに関するユーザーの認識。割合（%）は総回答数（n=458）に対する各回答数の比率を示す。装置台数を考慮に入れない場合（施設単位）と入れた場合（装置単位）では、傾向に大きな違いは無い。

表 4-2 復旧作業で支障となった個別要因（施設単位）

	度数	割合 (%) *
MR 装置メーカーによる点検作業を待てないので、病院（施設）スタッフによる点検で再稼働させた	201	43.9
震災後に MR 装置メーカーのコールセンター等が不通になり支障が大きかった	68	14.8
装置の復旧費用を誰が負担するかが問題になった（なっている）	6	1.3
装置の費用負担の問題が原因で復旧が進まなかった（進んでいない）	2	0.4
建物被害が著しいため普及が進まなかった（進んでいない）	10	2.2
費用や建物被害以外の原因で復旧が進まなかった	14	3.1

震災後の MR 装置再稼働に向けた復旧作業で支障となった理由として各項目が該当するかどうか施設単位の回答を求めた（重複回答あり）。割合 \* は総回答数（n=458）に対する個々の回答数の比率を示す。

#### 復旧の時期，震災時の状況

問5では発災からメーカーによる復旧作業（修理）開始、機器が使用可能となるまで、検査を再開するまでのそれぞれの期間を調べた（表5-1～5-3）。一週間で7割以上の施設が検査を再開しているが、発災後3日以内に着目すると実数でも比率でも検査を再開している施設がメーカーによる復旧作業開始となった施設数を上回っている。メーカーの作業を待たずに施設側でMR装置の状況判断や検査再開

の判断を行なわざるを得ないという震災時に特有の事情が反映されており、問4-③の結果と一致する。

震災時のMR装置の状況は「スキャン中」が46.3%、「検査中」（患者等は撮影室内にいたがガントリー内にはいなかった状態）が13.2%であり（表5-4）、午後2時46分という時刻において6割のMR装置で検査担当者が患者の救出や誘導が必要な状態に遭遇していたことが分かった。

表 5-1 発災からメーカーによる復旧作業  
(修理) 開始までの期間 (装置単位)

	度数	割合 (%)
当日	88	14.7
翌日	34	5.7
三日以内	53	8.8
一週間以内	91	15.2
二週間以内	64	10.7
二週間以上	35	5.8
その他	17	2.8
無回答	218	36.3
合計*	600	100.0

回答票2に記入された発災からメーカーによる復旧作業(修理)開始までの期間。3日以内の開始は全体の29.2%である。割合(%)は回答のあった装置数の合計に対する比率である(装置単位)。この合(n=600)は回答票2に記入のあった度数の合計であるが、回答票1との合計数の違いは回答票1と回答票2は独立であり、回答票2では一部に未記入があったために生じた。

表 5-2 発災から MR 装置が使用可能となるまでの復旧期間 (装置単位)

	度数	割合 (%)
当日	220	36.7
翌日	59	9.8
三日以内	71	11.8
一週間以内	74	12.3
二週間以内	35	5.8
二週間以上	36	6.0
その他	2	0.3
無回答	103	12.2
合計*	600	100.0

回答票2に記入された装置ごとの発災から装置が使用可能になるまでの期間(装置単位)。発災から3日以内に58.3%のMR装置で使用可能と判断されている。割合(%)は回答のあった総装置数の合計に対する比率である。合計と無回答の扱いは表5-1と同じ。

表 5-3 発災から検査再開までの期間  
(装置単位)

	度数	割合 (%)
当日	177	29.5
翌日	68	11.3
三日以内	73	12.2
一週間以内	82	13.7
二週間以内	44	7.3
二週間以上	52	8.7
その他	5	0.8
無回答	99	16.5
合計*	600	100.0

回答票2に記入された装置ごとの発災から検査再開までの期間。発災から3日以内に53.0%のMR装置で検査が再開されている。割合 (%) は回答のあった総装置数の合計に対する比率である。合計と無回答の扱いは表5-1 と同じ。

表 5-4 震災時の装置使用状況 (装置単位)

	度数	割合 (%)
スキャン中	278	46.3
検査中	79	13.2
始業前・終業後	78	13.0
実験中	2	0.3
点検中	5	0.8
非稼動状態	81	13.5
その他	4	0.7
無回答	73	12.2
合計*	600	100.0

回答票2に記入された装置ごとの発災時における装置の使用状況。46.3%のMR装置でスキャン中であり、59.5%の装置で患者が撮影室内にいた。割合 (%) は回答のあった総装置数の合計に対する比率である。合計と無回答の扱いは表5-1と同じ。装置の使用状況の定義は資料を参照のこと。

#### 検査中の場合、患者の被害状況

問6: 震災時発生時にMR装置と関連して患者に被害が発生したとする報告は9件 (2%) で、身

体的な被害としては手の受傷 (寝台で手を挟んだ)、地震による震動のためガントリー内で軽度の打撲があった、の2件が報告された。精

神的な面では、患者に強度のストレスが発生したとする回答が2件あった。それ以外には、検査不能による医療上の損失が2件指摘されている。

#### 検査担当者の被害状況

問7では震災時発生時にMR装置と関連して検査担当者に被害が発生した被害について尋ねた。被害の報告は1件(0.2%)あったが(表7)、具体的な被害内容は報告されていない。

表 6 震災時発生時に MR 装置と関連して患者に被害が発生したか (施設単位)

	度数	割合 (%)
有	9	2.0
無	394	86.0
無回答	55	12.0
合計	458	100.0

震災発生時における患者の受傷の有無。割合 (%) は回収された調査票の総数に対する比率を示す (施設単位)。

表 7 震災時発生時に MR 装置と関連して検査担当者に被害が発生したか (施設単位)

	度数	割合 (%)
有	1	0.2
無	419	91.5
無回答	39	8.3
合計	458	100.0

震災発生時における検査担当者の受傷の有無。割合 (%) は回収された調査票の総数に対する比率を示す (施設単位)。

#### 発災直後に取った措置

問8では発災直後に取った措置を自由記述で回答させ300件の回答を得た(表8-1)。患者の救出・避難誘導は、地震の第一波による揺れが始まった直後に開始した場合と、揺れが収まってから開始した場合に大きく分けられる。自由記述の回答を地震の第一撃が発生した時点を中心として、行動開始のタイミング、MR装置までのアプローチの状況、寝台の操作、患者の誘導、地震が収まるまでの待機場所の5段階に分けて定性的に分類した(表8-2)。この5段階全てが読み取れない回答も少なくないため、本実施報告においては定性的な分類のみに留める。MR装置の安全確保のための処置ではMR装置のシャットダウン、停電した装置のブレーカーの遮断、MR装置の緊急点検、コイル等の落下による破損を防ぐ措置(揺れの最中に棚を押さえる、コイルを床の上に移動させるなど)、MR室(撮影室)への立入禁止措置、等が主な回答であった。立入禁止措置は、具体的には掲示や施錠が行われているが、撮影室のドアについては開放したとする回答と、施錠したとする回答の両方があり、対応が分かれている。津波の到来が予測された場合は迅速な避難が最優先でありMR装置に対する処置は行われていないが、それ以外でもMR装置への処置は行っていない(何もできなかった)とする回答があった。なお、患者がMR室にいる状態で津波による浸水に至ったとする報告は無かったが、津波警報が伝わらなかったため浸水が始ま



った時に職員がMR 検査室に残留していた 事例が1件報告されている。

表 8-1 患者と MR 装置の安全確保に関する回答状況  
(施設単位)

	度数	割合 (%)	患者の安全確保 (①) と MR 装置の安全確保 (②) に関する自由記述回答の状況。割合 (%) は回収された調査票の総数に対する比率を示す (施設単位)。内訳は 216 件の記入のうち、①と②がそれぞれ何件であったかを示す。
①、②を区別して回答	216	47.2	
内訳 ①への回答	215	-	
②への回答	207	-	
①、②を区別せず回答	84	18.3	
無回答	158	34.5	
合計	458	100.0	

表 8-2 患者救出・避難過程のパターン分類

- 
- A. 直ちに撮影室に入出し寝台を引き出して患者を降ろし、前室に避難
  - B. 直ちに撮影室に入出し寝台を引き出して患者を降ろし、撮影室内で待機
  - C. 直ちに撮影室に入出し寝台を引き出し、その上の患者を支えながら待機
  - D. 直ちに撮影室に入出し寝台はそのまま待機
  - E. 直ちに撮影室に入出し寝台を引き出した上で取り外し患者を載せたまま前室に避難
  - F. 直ちに撮影室に入室しようとしたが揺れが強く MR 装置の近くまで行けなかった
  - G. 揺れが収まらないので中途より撮影室に入室し上記 (A~E いずれか) の対処を試みた
  - H. 操作室で待機し、揺れが収まってから撮影室に入室して寝台を引き出して患者を避難させた
  - I. 操作室で待機し、揺れが収まってから患者に自分でガントリー内から出てきてもらった
  - J. 操作室で待機し、揺れが収まったら患者が自分でガントリー内から出てきた
  - K. 患者は撮影室にいなかった (該当せず)
- 

問 8 の自由記述回答のうち患者の安全確保 (①) の部分を、行動開始のタイミング、MR 装置までのアプローチの状況、寝台の操作、患者の誘導、地震が収まるまでの待機場所の 5 段階に分けて行動パターンを分類した。

## 復旧費用

問9では被災したMR装置の復旧費用について尋ねた。全回答者の50.0%が「保守契約内で無償」としているが、100万円以上の費用負担が30件（6.6%）、発災から1年3ヶ月経過した調査時点で不明とする回答が18件（3.9%）あった（表9）

表9 MR装置の復旧に要した費用（施設単位）

	度数	割合(%)
保守契約内で無償	229	50.0
100万円未満	15	3.3
100万円以上 500万円未満	13	2.8
500万円以上 1000万円未満	4	0.9
1000万円以上	13	2.8
現時点で不明	18	3.9
無回答	166	36.2
合計	458	100.0

MR装置の復旧に要した費用。それぞれの費用規模の割合(%)は回収された調査票の総数に対する比率を示す（施設単位）。半数の施設が保守契約の範囲で復旧している一方、無回答が36.2%を占めた。

## 磁場停止措置

問10ではクエンチボタンの扱いについて尋ねた。震災直後にクエンチボタン（消磁ボタン）を押したとする回答は1件のみで（表10）、理由は地震によるパニックであった。判断の理由については、31件のコメントがあり、18件がクエンチボタンを押さなかった理由について述べており、緊急的状況で検討の余裕すらなかった（6件）、明確な判断基準が無かった（5件）、停電の発生（3件）、不必要と判断（3件）などが挙げられた。ま

た、費用の問題、排気口の損傷による事故のリスクを指摘する回答もあった。

## クエンチの発生

問11ではクエンチの発生状況について尋ねた。今回の震災時やそれ以降にクエンチが起きたとする回答は19施設であった（表11-1）。内訳は即時クエンチが5施設、遅延クエンチが10施設、原因不明のクエンチが4施設であり（表11-1）、19施設のうち5施設

が複数回のクエンチを経験している（表11-2）。クエンチが起きた装置に磁性体の吸着があったとする回答は2施設で（表11-3）、具体的な吸着物としては津波浸水例におけるロッカー等の什器類が報告されている。今回の震災以前にクエンチを経験しているのは37施設（超伝導型のMR装置を設置している施設の11.1%）であり、原因別では不明とする回答が半数を占めた（表11-6）。「天変地異に関連して発生」とした回答は無く、原因はそれ以外の項目に分散した。クエンチに関して特記すべき事項の記入は26件で、今回の震災により発生したクエンチの原因や発生状況に関するコメント（7件）、震災前に発生したクエンチの原因や状況に関するコメント（6件）、クエンチに関する問題意識（7件）等の指摘が中心であった。課題としては、液体ヘリウムの減少とクエンチ

リスクとの関係、クエンチボタンを押すべき状況の判断などが指摘された。

表 10 震災直後にクエンチボタン（消磁ボタン）を押したか（施設単位、超伝導装置のみ）

	度数	割合 (%)
押した	1	0.3
押さなかった	316	95.2
無回答	15	4.5
合計	332	100.0

震災直後に強制クエンチを行った施設数の超伝導型MR装置を保有する施設数に対する比率を示す（施設単位）。津波被害後の処理として強制クエンチを含まれた事例（1件）は「押さなかった」に分類した。

震災時やそれ以降におけるクエンチ発生の有無（施設単位、超伝導装置のみ）

	度数	割合 (%)
即時クエンチ	5	1.5
遅延クエンチ	10	3.0
原因不明のクエンチ	4	1.2
強制クエンチ	2	0.6
無	293	88.3
無回答	18	5.4
合計	332	100.0

今回の震災発生時やそれ以降におけるクエンチ発生事例の超伝導型MR装置を保有する施設数に対する比率を示す。クエンチの分類は資料を参照のこと。今回のような大震災におけるクエンチ発生の原因や対策を念頭におき、かつMR装置のユーザーが回答しやすい判断基準を提示するために、

表 11-2 今回の震災で発生したクエンチの  
のべ回数（該当事例のみ）

	度数	割合 (%)
1 回	14	73.7
2 回	4	21.0
3 回	0	0.0
4 回	0	0.0
5 回	1	5.3
6 回以上	0	0.0
無回答	0	0.0
合計	19	100.0

今回の震災発生時やそれ以降にクエンチが発生した事例で、クエンチが発生した回数の分布。割合 (%) は該当事例数に対する比率を示す。

表 11-3 クエンチが起きた装置に磁性体の  
吸着があったか（該当事例のみ）

	度数	割合 (%)
有	2	10.5
無	17	89.5
無回答	0	0
合計	19	100.0

今回の震災発生時やそれ以降にクエンチが発生した事例で、マグネットに見られた磁性体の有無。割合 (%) は該当事例数に対する比率を示す。

表 11-6 今回の震災以前に発生したクエンチの原因（施設単位、超伝導装置のみ）

	度数	割合 (%)
設置時に発生	4	10.0
通常の運転時に発生	7	17.5
施設のトラブルに関連して発生	7	17.5
メンテ作業時に発生	4	10.0
天変地異に関連して発生	0	0.0
原因不明	18	45.0
無回答	0	0.0
合計	40	100.0

今回の震災以前にクエンチを経験している施設におけるクエンチの発生原因。各度数の割合 (%) は、延べの報告数に対する比率。