

2011年3月11日発生の東日本大震災による  
MEG等の被災調査報告書

2011年12月

MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議

MEG 担当

(2012年1月5日修正版)

## 目次

1. はじめに	3
2. アンケート実施のねらい	5
3. アンケートの結果と分析	6
4. 被災対策事例：利用者の立場から	14
5. 被災対策事例：装置メーカーの立場から	
5-1. 横河電機株式会社	15
5-2. エレクタ株式会社	19
6. 提言	21
7. おわりに	23
参考文献	24
資料編	
A-1. アンケート調査用紙	25
A-2. アンケート集計結果	36

東日本大震災及びそれに伴って発生した津波によって犠牲となられた方々のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に三陸沖を震源として発生した東日本大震災は、東北地方から関東地方に至る広範な地域に甚大な被害をもたらした<sup>1)2)3)4)5)</sup>。地震の発生以降、政府レベルから個人レベルまで震災からの復興に向けた様々な取り組みが続けられてきた。それとともに今回の震災を教訓として、今後の震災に対する備えを見直す取り組みも行われている。これらはともに重要でまた同時進行で進められるべきであり、震災からの復興の過程の中で被害状況を明らかにし、得られた情報をもとに将来に備える必要がある。

MRI、NMR、MEG などの磁気計測装置は、その動作原理として超電導現象を利用しているため、取扱いには特殊な技術と細心の注意が必要とされる。1995 年に発生した阪神大震災については、当時詳細な調査が行われた<sup>6)</sup>。

今回の震災では、MRI、NMR、MEG などの関連学会・団体の関係者が連携して超電導計測装置に関する被災状況の調査が始められることになった。会議の名称については、「MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議」と決定された。日本生体磁気学会からは 5 名の担当者が参加した。その目的としては、低温冷媒、高磁場、高電圧を用いてヒトを測定する装置について、震災時や震災後におけるヒトと装置等の安全確保、緊急処置や二次災害の防止を検討するための情報収集を効率的に行うこと、現地への負担を可能な限り低減すること、得られた貴重な情報を記録するとともに今後の安全対策に役立てること、とされた。

議論は主として電子メールを利用して行われた。また、関連する学会からの情報もメールを利用して随時提供された。

こうして関係者が互いに協力して被災調査を進める体制が作られた一方、実際の被災調査を進めやすくするためには、全体でひとつの調査を行うよりも装置ごとあるいは施設単位の調査を基本とするほうがよいとの判断がなされた。その方針のもとで、相互に活動についての情報交換や、それぞれの専門的立場からの意見交換を行い、その上で将来的には各調査結果を集約して、震災時における対応の指針や安全確保の指針の統一的な体系を作ることを目指すことになった。なお、医療機器全般の震災時における安全対策を視野に入れることも検討されたが、規模が大きくなりすぎるとやりづらくなることもあり、まずは低温冷媒系の MRI、NMR、MEG を中心に活動を開始することとした。

本報告は、MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議による MEG 等の生体磁気計測装置を対象とした被災調査の結果を報告するものである。

この調査は、日本生体磁気学会柿木会長および事務局の皆様のご尽力と、アンケートに回答いただいた各施設の皆様のご協力、連絡会議メンバー全員の協力により可能となった。以下に本報告内容に直接関わった担当者名と協賛団体を記す。

**MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議(五十音順)**

代表／事務局

中井敏晴(独立行政法人 国立長寿医療研究センター)

野口隆志(独立行政法人 物質・材料研究機構)

MEG 担当

中里信和(国立大学法人 東北大学)

中村昭範(独立行政法人 国立長寿医療研究センター)

春田康博(横河電機株式会社)

藤巻則夫(独立行政法人 情報通信研究機構)

山田義男(エレクトラ株式会社)

協賛

日本生体磁気学会

(社)日本磁気共鳴医学会

## 2. アンケート実施のねらい

本アンケート調査は、

東日本大震災における大きな地震や津波における MEG 等の被災調査を行い、今後の計測装置の規格、安全基準、緊急対応手順などの整備などに役立つ情報を収集し、報告すること。

を目的とする。

この目的のため、MEG 担当者5名を中心として、連絡会議参加者との情報交換を行い、

MEG 等極低温生体磁気計測装置と検査/実験への影響

施設の被災状況全般

地震発生時の装置運用と避難の状況

装置の仕様・被災状況・地震後の処置

安全管理の現状と改善点などの意見

各方面への要望/意見

について、質問項目を選定した。最終的に作成したアンケートを資料編 A-1. アンケート調査用紙に示す。

調査対象となる国内の MEG の設置台数は、メーカー品に加えて独自に開発された装置を合算しても数十台程度であり、対象を MCG (心磁計) やその他の生体磁気計測装置に広げたとしても、全数調査が可能な規模である。また震災地域にある施設はもちろん、それ以外の施設にも普段からの震災対策に関する情報等をいただければ、調査の価値も高まることが期待できる。そこで、アンケートは分かる範囲で出来るだけ多くの施設に送付することとした。アンケートの実施にあたっては、日本生体磁気学会理事会の承認を受け、学会事務局が配布・回収を行い、個別情報を削除した上で集計が行われた。

### 3. アンケートの結果と分析

(概要) アンケート回答総数 24 の中で、大きな揺れを受けたのは 6 施設、何らかの影響があったのは 4 施設であった。具体的な影響としては、停電や通信の停止が 2～5 日間、水・空調の停止が 2～4 日間つづいた。これらの施設のほとんどにおいて、地震直後から 1 時間程度で状況確認が行われた。検査中であった施設はなく、幸い人的被害はなかった。1 施設では建物からの避難も行われた。これらの影響が報告された施設の MEG 内の液体ヘリウムの残量は 0～5 日であったが、ヘリウム供給はどの施設も間に合った。MEG 本体の被害はなかった。なお 1 施設において分解作業中の小型実験器が破損した。また磁気シールドルームの外で表示装置が転倒したという回答も 1 件あった。このような災害が起きたことを踏まえて、日頃の安全対策を再考する意見が多く寄せられた。特に、装置からの脱出方法や緊急時の連絡対応、避難経路表示、緊急時の対応手順書ないし非常時マニュアル、安全対策のガイドライン等についての要望が、回答者の半数弱から寄せられた。

以下、詳細を記述する。

アンケートの回収数は 24 件、同一施設からの重複回答があるため実数としては 21 施設からの回答となるが、最も参考となる設問Ⅱに対する回答が(a)「何らかの影響があった、ないしは実害はなかったが何らかの対応を行った」であった施設は 4 施設で、これらには重複がなく、重複回答の主要な内容は VI や VII の意見であったので、今回は施設の重複を考慮せずに 24 件の回答として集計した。

回収したアンケートを設問ごとに集計した結果を、「資料編 A-2 アンケート結果」に示す。以下では、各項目の回答を詳細に検討する。なお、後々の確認のために一部では回答者番号(No.1～No.24)を明記した。

#### Ⅱ. MEG 等極低温生体磁気計測装置と検査/実験への影響

ここでは、4 件の「何らかの影響があった、ないしは実害はなかったが何らかの対応を行った」の回答(以下、(a)回答と呼ぶ)があった。この 4 件については、あとの III～VII でも詳細な回答をいただいている。一方、「何も起きず、対応の必要もなかった」の回答(以下、(b)回答と呼ぶ)は 20 件あり、これについては III～V の回答は空白が大半であるが、回答者 No.6、No.13、No.17 からは一部回答を頂いた。なお、No.17 は、MCG であること、停止中であることから、やや特殊な例と考えるべきかもしれない。

特筆すべきは、(b)回答では、「最後のページの VII について(可能なら VI や、その他の項目にも)ご回答ください。」として、VI の回答を必須としなかったにもかかわらず、20 件中 8 件で回答をいただいた点である。これは、今回はたしかに被害がなかったものの、地震の状況が明らかになるにつれて、日常の運用の中で感じていた様々な不安や懸念が浮かび上がったものと考えられる。従って、VI については(a)回答/(b)回答の区別なく内容を解析することとする。

### Ⅲ. 貴病院/機関の被災状況全般

ここでは、6件の回答があった。

(1) 震度とその印象については、(a)回答であるか／(b)回答であるかとは無関係なので回答のあった6件を合算して検討した。震度については、4、5、5強、6強、無記載、6強であり、巨大地震の規模を裏付けている。印象については、今回の地震の特徴である「長時間のゆれ」が実感されている。従来、地震の揺れは最長でも1分と言われてきたが、今回の巨大地震ではいくつもの地震が連続して発生しており、これまでの常識が通用しない現象が生じたといえる。

(2)建物の損傷、(3)火災については、幸い被害はなかったようである。これは近年の耐震基準等の強化により、地震対策が浸透した結果といえよう。ただし、今回の震災では、場所によっては建物が大きく破壊されたところもあり、回答者の施設が、そのような場所になかったという偶然によることもある。

一方、(4)停電については、回答のあった6件のうち3施設で停電があり、復旧までにそれぞれ3日、5日、2日を要している。このことから、地震が発生した時から復旧に至るまで、電源が確保されない可能性を前提として対策を考える必要があることが明らかになった。

続く(5)通信系の障害については、装置の中で通信系がどの程度の役割を担っているかは施設ごとに異なるであろうが、障害があった2施設はいずれも停電のあった施設と一致しており、復旧に要した時間も停電と同じであることから、通信系の障害と復旧はほぼ停電に連動したものと推察された。

(6)断水については、2施設から回答があり、復旧に要した日数はそれぞれ2日、4日であった。一般報道でも知られる通り、地域による差異はかなりであろうが、やはり数日の断水は見込む必要がある。

(7)漏水・浸水については被害の報告がなく、(2)建物の損傷が見られなかったのと同様に、回答施設が、幸いにしてそのような被害を受けない場所にあったことを示す。

(8)空調・換気等のトラブルは、被害自体は1施設のみと少なかったが、その原因は停電と考えられる。空調・換気は液体ヘリウムを扱うMEGにとって重要な項目である。今回、空調・換気のトラブルが装置に影響したとの報告はなかったが、地震発生時の緊急対策として、電源の供給と空調・換気システムの稼働は必ずしも確保されないことは再確認しておく必要がある。

### Ⅳ. 地震発生時の、貴病院/機関のMEG等の装置運用と避難

(1)診療/実験への影響では、6件の回答のうち、地震発生時に稼働中であったものは2件(他は停止中)であり、いずれも検査準備中であった。警報は何も発生しなかった。これは他の回答と考え合わせると、警報装置が不具合であったのではなく、警報に該当する事象が発生しなかったと見るのが妥当であろう。地震発生時に装置を停止した3施設ではいずれも停電時と同じ処置を行っており、このうち2施設では実際に停電が発生していた。以下の事項でも明らかになるが、装置に停電以外の異常が見られなかったため、このような処置になったのであろう。この判断は妥当と

思われる。

(2)MEG 等の被災に起因した人的被害では、いずれも被害なしであり、何よりである。

(3)患者/被験者や検査者/実験者の MEG 等からの避難では、5 件の回答のうち、実際に避難が行われたのは1施設のみ (No.24)であった。

その内容は、

(ii) 避難は適切に実施できたか? → はい

(iii) 避難に要した時間は? → 1分

(iv) 妥当な時間内だったか? → 妥当

(v) 避難を妨げる要因は? → なし

であり、極めて安全な避難が行えたことがうかがえる。

この施設では、震度 6 強、停電あり、断水あり、ディスプレイの転倒あり(後述の V を参照)、との厳しい状況であったことを考えれば、大変参考になる事例である。No.24 では VI についての回答がないが、普段より地震を想定した準備が出来ていたものと想像される。

(4)MEG 等の部屋の確認では、回答のあった 5 施設のうち 4 施設で直ちに状況の確認が行なわれた。残る1施設(No.23)は、人の避難を最優先したためすぐの確認ができず、また使用中でもないので安全と判断していた(翌日に確認)。ここは研究用小型システムの施設でもあり、至当な処置と思われる。直ちに確認を行った 4 施設での確認までの時間は、1時間(No.4)、5分(No.24)、空欄(No.12)、空欄(No.6)である。空欄の施設は、文脈および次の(6)、(7)の回答から推測するに、おそらく『直ちに確認を行った』であったと思われる。なお、本質問は、(b)回答の施設に対しても行うべきだったかもしれない。

(5)MEG 等の部屋の管理に関しては、利用する時間中は管理者がいることを基本としているようである。これは共通の考え方とみなして良いであろう。ただし、「管理者」の行うべき内容については明確に定めて関係者もそれを熟知している必要がある。

(6)MEG 等の状況確認、調査、復旧などの対応については、5 施設から回答があった。対応者は、職員(2 施設)、メーカー(1 施設)、職員とメーカー(2 施設)である。メーカーの担当者は、(No.6 は不明だが)呼び出されたものではなく、いずれも現場に偶然居合わせた。VI や VII の回答から判断するに、メーカー担当者が不在でも状況の確認～復旧はできたと思われるが、効率(手際の良さ)の点で課題が感じられたのも事実である(詳細は VI にて述べる)。

(7)MEG 等の利用が再開するまでの時間については、3 件の回答を得た。不定期に利用していた1施設(No.23)を除くと、いずれも停電の期間と一致しており(No.12:0 時間/停電なし、No.23:5 日間/停電5日間)、ここでも停電が MEG 利用再開の最大のネックとなっていることが明らかになった。

(8)診療/実験への影響と対処については、おそらく地震後のことであろうが、輪番停電対応のため、実験時以外に主要電源を落としていたため、使用時のチューニングに時間を要したとの回答があった。それ以外の報告はなく、再開後はインフラ等による影響が濃いようである。

(9)二次的災害については、報告はなかった。



## V. 貴病院/機関の MEG 等の仕様・被災状況・地震後の処置

(1) センサを含むデューワーとヘリウム排気については、震災による移動、転倒、衝突、破損などの事故が1件、機能・性能などへの影響があったもの1件が報告されている。この2つの回答はいずれも同じ施設(No.23)からのもので、装置を分解した状態のときに地震に遭遇し、発生した。実験設備であり、一般の商用装置利用とは異なるので、ひとつのケース・スタディとして扱うべきであろう。

一方、後述のVIにおいて脳磁計本体が横滑りしているとの報告があった(No.12)。幸い事故には至らなかったためここにはカウントされなかったが、事故に近かった事象として注意を要する。

気化したヘリウムガスの閉塞、液体ヘリウムの突沸、破裂板の動作ないし緊急排気系の動作、酸素濃度の低下など、液体ヘリウムに関する事故は発生しなかった。デューワーの性能のひとつであるヘリウム蒸発量も、地震の前後での変化は見られなかった。その他の変化も見られないことから、デューワーおよびヘリウム排気系に関しては、重大な事故はなかったと言える。

(2) ヘリウム供給や MEG 等システム全般については、まず、平常時の液体ヘリウムの供給方法については6施設から回答があり、いずれもヘリウム供給会社からコンテナによって運送する方法をとっている。このうち1施設では、低温センターや液化装置による再利用も行っている。震災発生時の次の補給までの余裕期間はまちまちであったが、いずれも通常のヘリウム充填サイクルを守りきれたようである。ただし、1施設(No.24)では臨時の供給手段をメーカーが提供しており、ぎりぎりの状況であったこともうかがえる。

MEGシステム再開のために通常と異なる手順で動作確認や検証を実施したのは(a)回答4施設のうち2施設である。残る2件は、対応は行ったものの実害なし(No.4)、および研究用システムの破損(No.23)であった。ただし、基本的には、再開時にはあらかじめ定められた動作確認手順を実施すべきであろう。そのためにも、ファントムなど標準としてオーソライズされた基準の早急な制定が望まれるところである。

(3) 液体ヘリウム・コンテナの利用については、現場でコンテナを保管しているのは3施設であった。このうち2施設では100リットル容器を用いている。いずれも転倒・破損等の事故は発生していない。

(4) MEG 等に付属するヘリウム液化機の利用については、1施設の回答があった。不具合が発生しており、原因は停電である。

(5) 低温センターなどの共同利用ヘリウム液化機の利用については、いずれの施設からも回答はなかった。

(6) ヘリウム、窒素、圧力空気などのガス配管、および、(7) ヘリウム、窒素などのガスボンベの使用、で回答があった施設は一致しており、2施設である。いずれも事故は発生していない。

(8) 磁気シールドルームについては、震災前後での性能評価の比較により、シールド性能への影響や事故・不具合などはなかったようである。なお、回答中で1施設のみ未確認として最終結論を保留しているが、震災前後でノイズレベルに変化なしを確認しているので問題ないであろう。た

だし、ここでも「影響なし」と判断する何らかの基準のあることが望ましい。

(9)MSR 内の装置については、事故は報告されていない。

(10)MSR 外の装置では、パソコンモニターの転倒が報告された。破損は発生しておらず軽微な事故ではあるが、小さな装置でも固定は必要である。

(11)通信系に関しては、MEG システム内、病院内、外部と接続してメーカーのリモートメンテを行う等の利用がされていた。いずれも事故は報告されていない。

ここまでが、主として「何らかの影響があった、ないしは実害はなかったが何らかの対応を行った」に該当する施設からの被災の実態に関する回答である。率直なところ、未曾有の激震が襲った結果にしては、人的被害がなかったのは何よりとしても、物的損傷もほとんど報告されていない。ただし、目立った被害が発生しなかったことはあくまでも結果であって、これを以って対策は万全とするわけにはゆかないことはもちろんである。これまで見てきた中でも、判断の基準が個々の対応に任されている状況がいくつか目に付いた。震災発生時の緊急対応、揺れが収まってから行うべき処置、再稼働に向けてのプロセス等々、タイムスケールもプライオリティも異なるこれら各フェーズにおいて、如何なる備えが必要で発生時にはどのように対応すべきかが明らかにされなくてはならない。また、特に震災時には想定外のことが発生することが見込まれるため、対策は一通りでなく、第2、第3と多重の対策が用意されていることが望ましい。

理想的には以上のものであるが、その第一歩として、緊急時には何が起こり、あるいはどういふことまでが起こりえて、その結果、何がどのような障害となり、何をしなければならぬか、などが見えて来たことが、ここまでのアンケート結果の成果であると言える。

## VI. 安全管理の現状と改善点などの意見

ここからは(b)回答の施設からも多くの御意見を頂いた。以下では特に(a)回答と(b)回答を区別する必要もないことから、一括して検討を加えることとする。参考になる意見・提案が数多く含まれている。

(1) 非常時の避難に関する記述は、MSR または MEG 室からの脱出と、それ以降の施設外への避難の2つに分類された。

MSR 内からの脱出方法は、おおむね緊急時を想定して用意されているが、停電時の対応も必要との指摘があった。対策として、停電でも動作する誘導の照明の設置、容易に確認できるところへの開扉手順の掲示、などの提案があった(No.2)。避難の訓練を実施しているところもあった(No.13)。すでに基準を設けている施設も存在する(No.12、No.10)。また、基準の随時見直しも必要である。さらに、訓練の対象者をどこまで広げるかについては、最低限、常勤職員は必要であろうとの意見があった(No.2)。各個人の避難の訓練だけでなく、患者を誘導する訓練(誰がそれをするかを含めて)も必要であろう。

一方、MSR または MEG 室から施設外への避難については、建物外までの経路の確認、避難訓練の重要性が数多く指摘された(No.2、No.6、No.10、No.13、No.14)。脳磁計周辺に配備された危険物の管理、消火なども必要であるが、今回の調査の範疇を越えるので、これらについては別の機会に譲ることとする。

いずれにしても、これらルールは定めるだけでなく文書化・共有化することが重要である(No.2、No.10、No.12)。

なお、No.21 の回答にあった「関係者が不在の状態に消防隊、救急隊など第三者が入る可能性を考えて、関連区域内での緊急時にとりうる処置の可否についての掲示があった方が望ましい」との意見は、傾聴に値する。阪神大震災でも指摘されたが、法的な掲示義務は無くても MEG 特有の激甚災害を想定した危険表示は必要であろう。

(2) 非常時の MEG 等のシステムの状況確認手順や処置については、緊急時の停止手順、少なくとも一次対応として何をすべきかは操作者全員に明確に周知すべきとの意見があった(No.6、No.14)。偶然、業者がいたので迅速に対応できた(No.12)といった例もあるが、このことは迅速な対応方法が存在するものの、そのノウハウが整理されていない、整理されていても文書になっていない、文書になっていても共有・周知できていないことを示しているように思われる。もちろん、すべてを業者と同等水準にまで上げることを要求するのは現実的ではない。また、地震発生時における緊急性が高いフェーズ、状況確認における確実性が求められるフェーズ、復旧時におけるノウハウが要求されるフェーズでは、求められる処置も異なってくる。

システムの確認や処置については、前項の避難の場合と違ってすべての人が出来る必要はないので、管理者がいればその人に任せるのが妥当という考えがみられる(No.13、No.19)。もともと、地震発生時に管理者がその場にいないければ(あるいはたどり着けないならば)、現場の操作者が一次的な処置を行わざるをえない。処置は一律でなく、行う人のレベルごとに異なっても構わないであろうが、最低限の操作は周知されていることが必要である(No.6、No.14)。遠隔通信が利用可能なら、メーカー担当者も処置者の範囲に含めることが出来るが、通信は必ずしも保証されないので参考程度として扱うべきかもしれない。いずれにしても、処置の分担と内容の明確化が急務である(No.2、No.13、No.19)。

(3) 装置とその規格や安全対策については、装置の固定が重要なのは言うまでもない(No.2、No.13)が、固定のやり方については科学的根拠に基づいた明確な基準が必要である(No.12)。また、すでに装置が固定されている場合も、どこまでを想定した安全対策なのかを明示する必要がある。100%の安全はありえない。激甚の度合いをどこに設定し、それが破られたときの 2 次対策(動いても転倒までには至らない、装置間の板ばさみにならないなど)までが用意されていれば言うことはない。

MEG 装置の転倒防止についても綿密なガイドラインが必要との指摘があった(No.2、No.10、No.12)。これまで想定していた災害レベルの見直しも必要ではないかとの意見もある(No.10)。個

別のアイデアが提案されている一方、全体としての整理と合意はこれからと言える。それは次のVIIからもうかがえることでもある。

## VII. 各方面への要望/意見

(1) 装置メーカーへの要望、意見では、個々の要望としてはシールドルームに関するもの(No.2、No.7、No.10、No.22)と装置の転倒に関するもの(No.9、No.10)が目立った。

シールドルームについては、特に停電状態での脱出に不安を持っていることが読み取れる。また、具体的な提案として停電に備えた照明の設置が要望された。

一方、要望と意見をその性格別に分類すると、

対策に関すること(No.2、No.7、No.8、No.9、No.10、No.22)

マニュアルの整備に関すること(No.1、No.6、No.10、No.22)

情報の発信・情報の共有化、問い合わせに関すること(No.14、No.19、No.21、)

であり、ハード面だけでなくソフト面での対策の必要性が多く挙げられた。これらは、以下の(3) 関連学会への要望、意見、および(4) 本調査への要望、意見にもつながる課題であり、メーカーや施設の枠を超えて、この分野共通の基準やノウハウとして整備すべきであろう。

(2) ヘリウム供給会社への要望、意見では、まず、液体ヘリウムに関する基本的な性質や取り扱いにおける注意事項について、情報を提供して欲しいとの要望があった(No.10、No.22)。他の回答も具体的な記述が少ないことから、ヘリウムに関してはどんな障害(危険)があるのか利用者側が把握しきれていない印象を受ける。対処方法を提示して欲しいとの要求(No.1、No.8)、現状で十分と信じている(No.14)、特になし(No.3 ほか 8 件)も、大別すればこの範疇に含まれよう。緊急時のヘリウム供給源の確保についても要望があったが、これはケース・バイ・ケースであり、他の用途との比較で決まるものと思われる。なお、ヘリウム補給のためには、液体ヘリウムの確保だけでなく、現場への交通手段の確保、運転手の確保、補給を行う作業者の確保などが必要であることを付記しておく。

(3) 関連学会への要望、意見では、マニュアルの整備(No.1)、今回の事例の関係者への周知(No.14)のほか、学会でのガイドラインの策定(No.10)などが要望された。

(4) 本調査への要望、意見では、緊急時の対応方法を立案・開示して欲しいとの意見が多いが、個別のものでなくMEG 共通の基準としての制定が望まれていることは間違いのないであろう。今回のアンケート項目をホームページに掲載して、さらに広範に意見を求めるべきとのコメント(No.21)も、この流れのひとつと見ることが出来る。

(5) その他では、阪神大震災の折に、シールドルームの扉が開かなかった、ないしは開きにくくなった施設があったとの噂が報告されている(No.21)。貴重な情報であり、確認したうえで今後の

改良等の取り組みが必要である。

\*\*\*\*\*

VIおよびVIIでは、今回の地震の影響がなかった地区の施設からも、安全管理についての意見や各方面への要望など、多くの貴重な回答を頂いた。地震の状況が詳細に報道されるに従って、自分の施設に置き換えて考えて下さった結果であろう。

今回のアンケート自体が地震に対する注意点や対応のチェックリスト的な役割を果たしていて、日常の手順を見直す機会になったとも考えられる。潜在的に抱いていた不安が明らかにされた点だけでも今回のアンケートを行った意義があったと考えられる。

今回の地震は確かに巨大ではあったが、それだからと言って起こりうるすべての事象が網羅されたわけではないことには注意すべきである。東日本大震災は、平日の社会活動が行われている時間帯(2011年3月11日(金曜日)14時46分18秒)に発生した。夜間、あるいは休日に発生した場合には、別の事態が発生していた可能性は十分考えられる。また、いずれのMEG装置も休止中または検査開始前の状態であり、被験者を実際に測定中というわけではなかった。今回の結果を基礎に、さらにさまざまな状況も想定して対応を考えておくことは有用であろう。

また、今回は阪神・淡路大震災のような直下型の地震と異なり、震源が遠いこともあって長周期の横揺れが長く続いた。大型機器をはじめとする装置の移動や転倒がほとんどなかったことは、地震対策が進歩したおかげももちろんあるが、これが幸いした可能性もある。結果として被害がなかったことは確かに喜ばしいことではあるが、それだけでは安全の根拠となりえない。事故寸前であったが、ぎりぎり顕在化しなかった事象もあろう。今後必要なのは、今回の地震のデータを収集し、科学的根拠に基づいた安全基準と対策を立案し、学会や工業会を利用して共通の基準として制定し、関係者に周知することである。

本調査がその第一歩となることを期待する。

#### 4. 被災対策事例:利用者の立場から<sup>7)</sup>

以下に、MEG 利用者における安全対策の例として、財団法人広南会広南病院で利用されているマニュアルを掲載します。

##### III-10. 万が一の緊急時への備え

脳磁図検査は原理的にはまったくの非侵襲的検査で安全な医療行為です。しかし、戦争や大きな災害時など、普段では考えられない事態が発生する可能性は完全には否定できません。ここでは、想像できる限りの最悪の事態を想定して、その際にとるべき行動をシミュレーションします。なお、脳磁計で用いている液体ヘリウムは、常温になると急速に気化し酸素を押し出しますが、ヘリウム事態は無毒・無爆発性・無臭ですので、注意すべきは基本的には無酸素状態への対応です。比熱も小さく一瞬に気化してしまうために、人体に接触することによる低温の影響もほとんど無視できます。

想像できる限りの最悪の事態は、以下のような場合です。

「大地震が発生して脳磁計が破壊され、液体ヘリウムが急速に蒸発してシールド室内が急速に無酸素状態となる。外部電力停止に加えて緊急対応の病院内自家発電装置も停止し、完全な停電のためシールド室内・室外ともに暗やみとなる」

このような状況下にも対応できるよう、以下の対策をとります。

1. 検査は患者(被験者)の他に必ず2名で行い、少なくとも1名はシールド室の外にいる。
2. 休日や深夜の計測は、医学的な緊急事態を除いて行わない。
3. 検査の担当者は、シールド室の手動による開け方を、室内側・室外側ともに熟知しておく。
4. 非常用の懐中電灯を用意しておく

それでも非常事態が生じた時には、

1. 大声で助けを求める。
2. 手動でシールド室を開ける。これは、シールド室の外からでも中からでも可能。
3. シールド室内の人はまず自分で外に出て、ドアは大きく開け放って換気するなど、体勢をたてなおす。
4. シールド室外の人は、ドアを開いて中にいる人間を引きずり出す。

以上

## 5. 被災対策事例:装置メーカーの立場から

### 5-1. 横河電機株式会社

#### 1) 東日本大震災時の施設状況概要

当社関連MEGは、地震の大きかった仙台市内2サイト、及び栃木県内の1サイトにおいて、損傷を伴う被害はありませんでした。当社技術員が仙台の1サイトに居合わせたため、11日の震災直後の状況を把握、週明けに体制を立て直し16、17日に仙台市内の2サイトの詳細確認作業を行っています。地震直後は一旦屋外退避、その後、停電で暗かったこと、建物にヒビが入っていたこともあり、ヘリウム関係の重要部分を懐中電灯で目視確認のみしています。その際は、ヘリウムが噴出している様子は無く、MEG室内は機器の移動や破損の形跡はない、との報告が携帯メール発信で来ています。

翌週早々、宿泊先を山形に確保できたことからスタッフを編成、車にて赴き、液晶ディスプレイ、ラックや視覚刺激用プロジェクタ等床固定していないために移動した設備を整理、センサの位置確認を含むシステムチェックを実施しましたが、損傷、震災前後の性能上の差異は見出せませんでした。

さらに、4月7日に発生した最大規模の余震(M7.1、震度6強)でも仙台2サイトとも被害がなかったことが、当社技術員により現場で確認されました。

#### 2) MSR

仙台の2サイトはそれぞれ1F及び地下室への設置ですが、MSR周囲には、OAフロアが設置してあったものの、MSRの相対的な移動・ズレは無く、OAフロアの変形等の報告はありません。栃木県内の1サイトは2Fの設置で、構造的には同じですがこちらも変形等の被害報告はありません。

MSRは建築物でないことから、建築基準法のような基準はありません。しかし、MEG用MSRは建物の壁や天井とは独立して2重、または3重に層状に組み立てられた箱状構造であること、そもそも電磁氣的に強固に接合していないと性能が確保できないことから、振動には(建築物以上に)強い構造と思われます。一方で、ドアが構造的に変形したり、開閉駆動源が消失する等で閉じ込めに対する設計上の配慮はなされています。

当社製はエア駆動及び手動式のヒンジを使ったものですが、共にMSR内外から出入りの操作をすることは可能となっています。エア駆動源が消失しても、手動で開閉可能となっています。また、万一MSR全体の変形等により、摩擦で動かせなくなっても、ヒンジは必ず外側に設けてあるため、MSR外部から工具(または切断)によって取り外しできるようになっています。脳磁計用MSRは外部との貫通口が設けてあり、完全に遮光はされていないため、MSR外の光は漏れるようになっています。常夜灯は市販製品で適当な物がないこと、実験中の電源管理が煩雑になると想定されること、ニーズも無かったこともあり設置例はありません。また、視覚検査の妨げになる恐れがあることから蛍光塗料による誘導表示も差し控えておりました。

しかしながら、MSR内非常灯、あるいはそれに替わる安全対策については、不便ではあつ

でも何らかの手段を考案・実施しようと考えます。

### 3) デュワ

#### ① 強度

MSR内部で物が衝突してデュワを破損する可能性は少ないですが、デュワの構造上最も弱い部分と考えられるのは薄く製作されたヘルメット部です。この部分に対し、材料及び成型品で強度試験をして、物の衝突を想定した十分な強度があることを確認しております。また、デュワは2層構造であること、構造材の強固なグラスファイバを綺麗に打ち抜き難いことから、外層が破損しても内層まで一気に破壊することは可能性として低いと考えられます。なお、デュワにベッドの天板が衝突しないよう、衝突防止策が講じられています。

今回の震災後の目視確認で破損・傷は発生しませんでした。また、デュワに接続されている給排気管・結線等のはずれもありませんでした。

#### ② 固定

デュワへの器物衝突による破損よりも、デュワが転倒した場合が最も懸念されるところであり、固定に関しては震度7(地震加速度 =800 gal)を想定して設計しております。

ちなみに建築基準法の耐震基準は400gal(震度6弱)です。

今回の震災では仙台、栃木のサイトで、デュワの固定状態は変わっていないことが確認されています。また、床固定の固定式ベッドも移動・転倒はしていません。デュワの構造上、重心が低く、縦振子となった場合の腕の長さが短く、可動部が一切ないことも機械的な安定に寄与しています。

#### ③ 真空破れ時のヘリウムの挙動

MEGはデュワ内部にエネルギー源はありませんので、MRIやNMRのようなクエンチ現象がそもそもありません。従って、外層破損等に伴う真空劣化によるヘリウムの急激な蒸発が主たる関心事です。

横河のヘリウム容器は通常時は数kPa以下、注液の際も10～20kPa程度で使われていますが、排気管の排気で追いつかない蒸発が生じた場合は、破壊板という安全弁が35kPa前後で開放されます。一方、容器の設計耐圧は破壊板の開放圧力の20倍以上確保されています。当社で実施した真空破壊試験時の内圧も60kPa以下であったことから、真空破れに対する安全は十分確保されていると考えています。また、試験時も排気管は接続してあったこと、溜めているヘリウム量も僅かでガス排出量が小さいことから、デュワ以外の要因による異常な圧力上昇も考え難いものと思われれます。

なお、真空が破れなくても、デュワがゆすられた場合にヘリウムが異常蒸発して危険ではないか？という懸念がありますが、少々の揺れでは容器からの熱の移動は生じにくいいため、内圧を大きく上昇させるほどの気化は得られません。侵入熱を抑制させるため、デュワネックが狭い構造であることから、相当な揺れでも高温部分に液体ヘリウムが接触する量は僅かなため、気化したヘリウムガスも速やかに排気され安全は保たれると考えられます。



#### 4)ヘリウム漏れ安全対策

上記の議論に関わらず、仮に全量蒸発し常温までヘリウムが暖められると100Lの液体ヘリウムは70立法メートルの体積を占有します。デュワの排気管はKFクランプで強固に固定されていてMSR内あるいはその外側のMEG室にヘリウムが漏れる経路はありません。ヘリウムガスは排気管から建物の外に排出されるためMSR内及びMEG室は安全といえますが、デュワの内圧上昇と配管経路の破壊が同時に発生した場合、MSR又はMEG室に漏れるケースが考えられます。想定外の事態に対し、酸素濃度計をMSR内外にそれぞれ設置しており、ヘリウムガスが漏れた場合、警報が出て速やかな退出を求められます。同時に、酸素濃度計連動ファンが回る仕組みにしていますが、部分的にヘリウム濃度が高くなったり、あるいは停電でファンが回らないことも考えられるため、基本的には背を低くして速やかに屋外退出することが求められます。なお、酸素濃度計の警報は、内部電池により停電でも発報します。

#### 5)その他

##### ①ヘリウムコンテナ、ボンベの転倒

今回の震災では、居室内でのコンテナの取扱いがなく、またコンテナは狭い別室に保管されていたこと、ボンベはボンベ立てに鎖で固定されていたことから、転倒・移動は確認されませんでした。なお、仙台の1サイトのみ保管しており、他のサイトは注液時に業者が一時的に持ち込むだけで、被災もしていません。

室内に保管する場合は、原則的に、居室・実験室は避け、通常は人の出入りが無いか少ない部屋に保管します。MEG室には(MSRとは別に)酸素濃度計連動の排気ファンを設ける、作業時の換気を励行するなどしていますが、保管室にも換気ファンを設けるようにしています。

##### ②排気管のはずれ

排気系統は全て室外まで導出されていますが、仙台の2サイト及び栃木の1サイトとも配管の破断やはずれは確認されませんでした。配管の一部にジャバラの可動部があることが効果的であったと思われます。

##### ③ヘリウム回収装置

仙台の1サイトにはMEGと離れた機械室内でヘリウム回収装置が稼動中でしたが、地震直後の停電により室外チラーも含めて停止しました。主要装置はコンクリート床にアンカーで固定されているため、転倒等はなく、極低温冷凍機用の小型コンプレッサの配置が数cm移動している程度で、何ら故障は発生しませんでした。電源が復帰しても、自動起動しない仕組みになっており、電源及びネットワーク復帰後、回収装置用リモート監視装置で問題なきことを確認しています。再立上は技術員が3月15日～18日現場に赴き実施しました。その後、余震と停電が数度ありましたが、4月を過ぎてから回収装置用リモート監視装置に通信不具合を生じました。停電起因と思われるルータの設定データ消失が原因で、再書き込み処置により復帰しています。

#### ④ヘリウム補給

仙台の1サイトに補給している注液作業者が被災し、1ヶ月間当社技術員による対応を実施しました。交通網遮断、仙台市内の宿泊が全くできない等の障害があったものの、冷却の継続は辛うじてできました。他のサイトには問題ありませんでした。

一方、供給を受けていたヘリウム業者の臨海部にある工場が津波で被災し、工場内の多量のボンベ等が流され、余震の中、数100本拾い集め修復に多大な労力を割かれたとのことで、工場内ヘリウム保管装置停止、ガソリンも補給が無い中で配送に尽力いただきました。

#### 5) 結語

以上、報告しましたように、当社関連MEGでは、物的および人的被害はありませんでした。また、装置の再開に当たっては関係各位の多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

以上

## 5-2. エレクタ株式会社

MEG に関しては薬事法以外の安全基準はなく、設置に関して電気や部屋の構造大きさに関する建築及び消防法が関係してくると思います。安全に関しては法律の有無に関係なく対策が必要と考えられますので、一メーカーの立場から参考までにMEG装置、特にデュワーの強度及びヘリウム関係の弊社の装置の安全対策の現状を報告させていただきます。メーカーによって設計思想等がことなると考えられますので、ここに記載したことはあくまでも弊社が取り扱っている装置、Elekta-Neuromag 社製の MEG に関するものです。(今回の地震で弊社の装置が設置された施設からの被災の報告はありません。)

### 1) デュワー、ガントリー関係

The dewar is, indeed, quite strong. Petteri san has some numerical values about the strength of the dewar neck seam from where the inner vessel of the dewar is hanging. The acceleration values in earthquake can be as high as 3 g, the corresponding forces on the neck can thus be estimated.

During shipment the crates are always equipped with acceleration indicators in horizontal and vertical directions, values are 5 g, 10 g and 30 g are used. In some cases all indicators have been activated without structural damage to the dewar.

上記は Neuromag 社 Dr.Ahonen からのデュワーの強度に関する私の質問に関する回答です。また、弊社でも実際に5G以上の重力加速度が運送中にかかったケースを経験していますが、デュワー、ガントリーの問題が起きていません。次にデュワー、ガントリーに何か固い、斧のようなものが衝突する可能性に関してですが、磁気シールドルーム(約 8 トンの箱型構造)内に置かれたものが、飛んでガントリー(約 400Kg)に衝突する可能性は、磁気シールドルームの運動の方向が急激に変わる場合ですが、シールドルーム内には、そのような固くて重い物がある可能性は極めて小さいと考えています。また、デュワーの強度も充分あるとの回答を得ています。

弊社の使用しているシールドルームは扉がヒンジで支えられ完全に手動の開閉方式と電動スライド方式のものがありますが、電動式ドアに関しても停電時は手動で開閉できるようになっています。中里先生のご指摘の照明に関しては、磁気シールドルーム用電源にUPSをつけるか、懐中電灯を準備するかをユーザーの方々と相談したいと考えています。

### 2) MSR関係

シールドルーム内に酸素モニター(アラーム機能付き)が設置されています。

### 3) ヘリウム排気関係

ヘリウムの排気に関しましては通常使用時の外への排気、内圧が 10kPa に瞬時的に達した時のデュワーの内圧を下げるための排気弁、緊急排気のラインがシールドルームの外の配管に直接接

続されています。緊急排気用としては直径 60mm のフレキシブルアルミ管でデュワーの内圧が 60kPa(0.6 bar)以上のなるとメンブレン膜が破れ外にこの管を通じ放出されるよう設計されています。ヘリウムは質量が小さいので小さな隙間からでも抜けるとは思いますが、何らかの理由で建物の外への放出が不可能になったと仮定しましても、シールドルームの例えば視覚刺激用の貫通口からヘリウムは抜けますので、シールドルーム内で立たないで頭を低くして、床に座ってもらうことにより酸欠は防げます。(これらのことに関しては製品説明時、マニュアル等で徹底したいと考えています。)

以上。

## 6. 提言

アンケートの結果、各施設では地震に対して様々な不安を抱えていることが明らかになった。対応もまちまちで、避難訓練を実施している施設もあれば何も対策を講じていないところもある。出された要望もそれぞれ置かれている状況を背景にしているため、必ずしも一致しているわけではない。それだからこそ統一された指針に基づいた震災対策が必要であり、今回のアンケートによって今後の安全対策や方針の立案に必要な情報が数多く得られたと考える。

本章では、アンケート結果に列挙された事実に基づいて、装置の規格・安全基準・対応手順を立案するための基本的な道筋について提言する。今後、学会や関係団体等において議論され、規格や安全基準が作られることが望ましい。

震災への対策としては、はじめに震災が発生したらどのような事態が起こりうるかを可能な限り想定することが出発点となる。アンケート項目でもかなり網羅されているが、漏れはないか、メーカーによる相違や施設特有の事情が取り込まれているか、などの確認は必要である。

以下、手順を追って検討すべき要点を記す。

このうち、(1)～(3)は、学会や関係団体のレベルで議論・集約する内容となる。統一した安全対策の策定を視野に MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議とも連携を取りながら進めてゆくことになる。

### (1) 起こりうる事態を想定する

今回の震災の特徴のうち、従来の想定を越えたものとしては次のことがあげられよう。

- ①震度 7、M9.0 にも及ぶ巨大地震であったこと
- ②特に、揺れが長く続いたこと(震度 4 以上の揺れが最大 3 分間以上<sup>(6)</sup>)
- ③想定を越えた津波を伴ったこと
- ④その影響として、鉄道・道路網が寸断されたこと
- ⑤電気・ガス・水道に代表されるインフラの復旧に長い時間がかかったこと

一方、繰り返し述べているように、今回の震災は巨大ではあったがすべての悪条件が揃っていたわけではない。幸運であったと思われることは、

- ①ゆっくりした揺れであったこと
- ②昼間の活動時間帯であったこと
- ③MEG について言えば、検査中であった例が1件もなかったこと
- ④天候や気候など

などがあり、今後の安全対策の検討においては、他の巨大地震の例も参考にして、悪条件が重なった場合を想定する必要がある。

大切なのは、想定した事態について関係者全員が知恵を出し合い、必要ならば専門家からの意見も収集したうえで、合意・確認することである。

## (2) 想定された事態への対策を立案する

対策を施す対象としては、装置・施設・運用基準・組織などが考えられる。いずれにしても、立案した各対策がどこまでの事態を想定したものであり、それを越えた場合にはどう臨むかまで考慮しておく必要がある。当然ながら最優先されるべきは人の安全であり、避難方法を含めた対策が必要となる。また、実際の震災発生時において取るべき処置、すなわち、①緊急時に行うべき処置、②揺れが収まってから行うべき処置、③再開に向けた立ち上げ操作、などを定めることも対策に含まれる。

## (3) 普段から行うべき安全管理を策定する

震災が発生した時に対策を確実に実施するための、普段からの準備が重要である。これには、避難訓練、装置からの脱出方法や避難経路の明示、緊急時の連絡先の明確化、緊急時の対応手順書ないし安全対策マニュアルの作成などが含まれる。また各対策が施されていることの点検、緊急時には正常に機能することの確認、避難を含めた各種訓練、およびこれらを定期的の実施するためのルールなどが必要である。

## (4) 対策の実施

以上で定められた対策を、各メーカー、各施設で具体化し、実施する。実施に際しては、各対策の内容や分担範囲が明確化され、関係者に周知されていなければならない。場合によっては、メーカー・施設・関連業者との間で連携を組む必要もあろう。

## (5) 情報の共有

実施された対策や安全情報は、差し障りのない範囲で公開され、共有化されることが望ましい。また、これは当初目標である、共通した分野での統一的な安全基準の体系作りへの第一歩でもある。その意味でこの活動は各メーカーや施設が個別に行うのではなく、学会や関連団体が主体となって推進されるべきであろう。

## 7. おわりに

東日本大震災は、我が国の歴史における最大級の地震であったにも関わらず、幸いなことに MEG については人的被害の報告は皆無であった。物的損傷もほとんどなく、地震の規模の割に被害が予想外に小さかったことは喜ばしい限りである。幸いした点もいくつかあげられるであろうが、一般に浸透している防災意識の高さ、阪神大震災の経験などが生かされたものと思われる。

原理的にも MRI 等に比べて MEG は比較的安全であろうとの見方は当初より議論されていた。今回の被災調査でそれが裏付けられた形となったが、結果として事故がなかったに過ぎないことは再確認しておく必要がある。今後役に立てるためには、集められた貴重な情報を仔細に検討し、根拠に基づいた安全対策を立案すること、それを確実に実施してゆくことが不可欠である。MEG は確かに他の超電導機器に比較すれば安全かもしれない。しかし一方、不慣れな人が装置を操作・運用する可能性も高いことは他の装置に見られない特徴的な点とすることができる。アンケート中でも、たまたまメーカーの担当者が在室していた幸運に助けられたことをうかがわせるものがあった。実際の運用にあたっては、安全性の確立とともに、関係者への必要にして十分な情報の提供、安全意識の徹底、運用にあたっての互いの連携が必須であろう。

今回のアンケート報告は安全確保に向けたスタート点である。この結果をもとに、学会、関係団体、メーカー、利用者が協力して安全基準が確立され、それがメーカーや施設に展開されるころまでを見届けなくてはならない。さらに、最初に述べたように他の超電導計測機器や医療装置とも情報を交換して統一した安全基準を打ち立てることができれば、有用性はさらに増すことになる。1000 年に一度と言われた東日本大震災であるが、一万年に一度の地震が必ず起こらないとの保証は何もない。今回の調査が、将来の被災を最小限に抑えるための契機となることを望んでやまない。

報告を終わるにあたって、アンケート作成に多くの貴重なご意見・ご指摘を下さった MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議の皆様、本活動を主催して下さいました日本生体磁気学会、そしてアンケートに貴重な回答を寄せて下さった施設の皆様に対し、ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

1) 東北地方太平洋沖地震について(速報)

独立行政法人 防災科学技術研究所

[http://www.bosai.go.jp/news/oshirase/20110323\\_01.pdf](http://www.bosai.go.jp/news/oshirase/20110323_01.pdf)

2) 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震

独立行政法人 防災科学技術研究所

<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/off-tohoku110311/>

3) 平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃の三陸沖の地震について

気象庁 報道発表資料

4) 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震について(各続報)

気象庁 報道発表資料

5) 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震時に震度計で観測した各地の揺れの状況について

気象庁 報道発表資料

6) 阪神・淡路大震災における低温・超電導機器被災調査報告

社団法人 低温工学協会 平成 7 年度被災調査臨時委員会

7) 中里信和オンライン

<http://www.ne.jp/asahi/home-office/nak/>



## 資料編

### A-1. アンケート調査用紙

#### MEG 等の被災調査アンケートのお願い

平成 23 年 6 月 14 日

東日本大震災で被災された方々にお見舞い申し上げます。

このたびの地震による MRI、NMR、MEG 等の極低温計測機器の被災状況について、関連学会・団体の協賛の元で調査を行うことになりました。

本アンケートは当調査の中の MEG 等に関するものでして、極めて大きな地震・津波などにより生じた状況や対応を記録し、今後の計測装置の規格や安全基準、緊急対応手順等に役立たせようとする学術目的の調査です。

調査結果を公表する場合は、機関や装置などが特定されないよう配慮します。被災された皆様には、復興等でご多忙とは存じますが、今後の災害対策への貴重な教訓を記録する趣旨を汲み取っていただき、調査にご協力いただきますようお願い申し上げます。

MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議

代表/事務局 中井敏晴・野口隆志

MEG 担当 山田義男、春田康博、中里信和、中村昭範、藤巻則夫

---

#### アンケート回答要領

1. 以下について可能な範囲で、項目毎に選択肢口のチェックや（ ）内の記入をお願いします。記入スペースが足りない場合は、欄外への記入、枠の変更、別紙の利用等適宜お願いします。
2. 7月20日までに、メール添付等で下記までご返送いただけますと幸いです。  
回答送付・問い合わせ先のメールアドレス： [biomag@nips.ac.jp](mailto:biomag@nips.ac.jp)  
郵送の場合の送付先住所：  
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38、  
自然科学研究機構 生理学研究所 統合生理研究系 感覚運動調節研究部門  
柿木隆介研究室 日本生体磁気学会事務局
3. 3月11日の地震とそれにつづく余震が広範囲に生じ、様々な影響がでた可能性があるため、アンケートを広い範囲の方々にお送りします。なお常日頃の安全管理状況を把握するために、被災されなかった機関の方にも可能な項目について回答をお願いします
4. 本アンケートは、日本生体磁気学会役員および生体磁気計測施設に関わる方にお送りし

ております。重複して届いた場合はお詫びします。また貴施設内で他に適任の方がおられる場合は本アンケートを転送願います。施設毎にどなたかが代表してご回答いただければ十分です。もしも本アンケートが届いていない生体磁気計測施設の情報がありましたら、ご連絡いただけますと幸いです。

-----  
I. 回答者のプロフィール (Iは重複集計を避けるための質問で、集計作業にはこの部分を切り離してII~VIIのみを利用し、施設の固有名称と回答内容の対応がつかないようにいたします)

- (1) 貴病院/機関の名称  
(記入欄: )
- (2) 回答された方の  
ご所属・部署 ( )  
お名前 ( )  
ご連絡先  
住所 (〒 )  
電話 ( )  
FAX ( )
- (3) MEG 等\*の台数 (        台) \*\*  
メーカー名 (        ), 品名 (        ), 設置年月 (        年    月)  
メーカー名 (        ), 品名 (        ), 設置年月 (        年    月)  
メーカー名 (        ), 品名 (        ), 設置年月 (        年    月)

\*MEG などの極低温を利用した生体磁気計測装置。

\*\*複数台所有の場合、回答内容が装置毎に異なる場合は、その旨をお書きください。なお本様式を複写して、1台ずつに分けて回答していただいても結構です。

II. MEG 等極低温生体磁気計測装置と検査/実験への影響

(a)何らかの影響があった、ないしは実害はなかったが何らかの対応を行った。

(b)何も起きず、対応の必要もなかった。

(a)の場合は、以下 III～VII の回答をお願いします。

(b)の場合は、最後のページの VII について（可能なら VI や、その他の項目にも）ご回答ください。

III. 貴病院/機関の被災状況全般

(1) 震度（ ）

揺れ方（印象なども：

）

(2) 建物損傷度合い（選択肢： 損傷なし・ 軽度の損傷・ 半壊・ 全壊）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

(3) 火災（ あり・ 近所にあり・ なし）

その程度（ ）

(4) 停電（ 有・ 無）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

復旧内容（ 仮設・ 通常・ 非常電源・ その他（ ））・ 不明）

(5) 通信系の障害（ 有・ 無）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

復旧内容（ 電話回線・ その他（ ））

(6) 断水（ 有・ 無）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

復旧内容（ 仮設・ 通常水源・ その他（ ））・ 不明）

(7) 漏水・浸水（ 有・ 無）

状況（ ）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

(8) 空調・換気等のトラブル（ 有・ 無）

状況（ ）

復旧に要した時間（ ）日/時間）

#### IV. 地震発生時の、貴病院/機関の MEG 等の装置運用と避難

##### (1) 診療/実験への影響

- (i) 地震発生時に装置は (停止中・立ち上げ中・検査準備中・患者/被験者を MSR 内で検査中；つづけた・中止した)。
- (ii) MEG 等関連での警報について (酸欠の警報が鳴った・火災の警報が鳴った・何も鳴らなかった・その他 ( ))
- (iii) MEG 等の停止について、(特に何もしなかった・電源は切らないが計測終了時の状態にした・停電時のような電源切断まで行った・その他 ( ))

##### (2) MEG 等の被災に起因した人的被害

- (i) 被害 (なし・直接的にあり・間接的にあり)。
- (ii) 状況 (例、酸欠・凍傷・避難の際にころんだ) ( )  
対応 ( )

##### (3) 患者/被験者や検査者/実験者の MEG 等からの避難

- (i) 避難 (した・しない・不在だった・その他 ( ))
- (ii) 避難は適切に実施できたか? ( )
- (iii) 避難に要した時間 ( 分間)
- (iv) 妥当な時間内だったか? (妥当・時間がかかりすぎた)
- (v) 避難を妨げる要因 (例、MSR (磁気シールドルーム) の扉の開閉、部屋や通路の照明が消えた、物の転倒による通路妨害、その他) があったか? ( )

##### (4) MEG 等の部屋 (検査室、操作室、機械室、配管、ボンベ室など) の確認

- (i) 状況を確認できたか? (ただちに確認した・すぐには確認できなかった・建物の被災で近づけなかった・確認の優先度が低かった・その他 ( ))
- (ii) 確認できるまでの時間 ( 日/時間)

##### (5) MEG 等の部屋の管理

- (i) 管理者不在期間 (有・無)
- (ii) 有の場合の時間 ( 日 時 分間)
- (iii) 管理者不在に関して行った処置 ( )

##### (6) MEG 等の状況確認、調査、復旧などの対応

- (i) 対応者は? (職員・MEG 等の装置メーカー・ヘリウム供給会社・その

他（ ）

(ii) 職員以外の（外部に依頼した）場合の対応開始までの時間（ ）日/時間

(7) MEG 等の利用が再開するまでの時間（ ）日/時間

(8) 診療/実験への影響と対処（ ）

(9) 何らかの二次的災害が生じたか？（例、放出されたヘリウムガスの白煙が火災と間違われて消火作業が行われて、システムが破損した）（ ）

V. 貴病院/機関の MEG 等の仕様・被災状況・地震後の処置 (V と VI に関しては、必要に応じて、MEG メーカー等の専門家に相談ないしは代わりに記入していただいても結構です。ただし最後のページの VII は、貴病院/機関の方に直接お書きいただきたい質問事項です。)

(1) センサを含むデュワー (液体ヘリウム容器) とヘリウム排気について

- (i) 震災による移動、転倒、衝突、破損などの事故 (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (ii) 震災による機能、性能 (ノイズ、不良チャネル) などへの影響 (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (iii) 気化したヘリウムガスの閉塞などの事故 (例、デュワーやヘリウム排気経路内でつまった) (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (iv) 液体ヘリウムの突沸、破裂板の動作ないしは緊急排気系の動作等 (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (v) 酸素濃度の低下 (□有・□無・□不明)  
酸素モニターの警報 (□鳴った・□鳴らなかった・□その他 ( ))  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (vi) デュワーの液体ヘリウム蒸発率について、地震による変化 (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (vii) 前記以外のデュワーの不具合 (□有・□無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)
- (viii) 前記以外のヘリウム排気系の不具合 (□有・□無)  
内容 ( )

- 対処 ( )  
復旧までの時間 ( 日/時間)
- (2) ヘリウム供給や MEG 等システム全般について
- (i) 貴病院/機関における正常時の液体ヘリウムの供給方法 ( ヘリウム供給会社からコンテナにより運送・低温センターや MEG 等に付属する液化装置により回収液化して再利用・その他  
( ) )
- (ii) 正常時の液体ヘリウム充填間隔 ( 日間隔)  
地震発生後にヘリウム充填まで最大何日の余裕があったか? ( 日間)  
それに対して何日目に最初の充填を行ったか? ( 日目)  
間に合わなかった場合、どのように対処したか? (例、温度上昇したため、安全点検の後、デューワーを再冷却したなど) ( )
- (iii) 地震直後の液体ヘリウムの供給  
( 通常供給ルート・臨時の供給手段 ( ユーザーが直接依頼・MEG メーカーが対応・ガス供給会社が手配)・その他 ( ) )
- (iv) その他、地震後の液体ヘリウム充填作業の支障 ( 有・無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( 日/時間)
- (v) MEG システム再開のために通常と異なる手順を行ったか? (例、装置の動作確認やファントムによる精度校正など) ( )
- (3) 液体ヘリウム・コンテナの利用について
- (i) 液体ヘリウム・コンテナを保管している場合、容量は? ( リットル容器)
- (ii) 事故 (転倒・移動・破損・その他) や不具合 ( 有・無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( 日/時間)
- (4) MEG 等に付属するヘリウム液化機の利用 ( 有・無)
- (i) 不具合 ( 有・無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( 日/時間)
- (5) (低温センターなどの) 共同利用ヘリウム液化機の利用 ( 有・無)
- (i) 地震によるヘリウム供給の停止 ( 有・無)





内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)

VI. 安全管理の現状と改善点などの意見

(1) 非常時の避難（例、経路表示、避難訓練、誘導照明等）（

）

(2) 非常時の MEG 等のシステムの状況確認手順や処置（

）

(3) 装置とその規格や安全対策（例、耐震固定、転倒/移動防止）（

）

VII. 各方面への要望/意見

(1) 装置メーカーへの要望、意見 (

)

(2) ヘリウム供給会社への要望、意見 (

)

(3) 関連学会への要望、意見 (

)

(4) 本調査への要望、意見 (

)

(5) その他 (

)

---

ご協力ありがとうございました。

## A-2. アンケート集計結果

アンケートは、日本生体磁気学会の理事・評議員、および生体磁気計測施設の管理者宛てに、日本生体磁気学会事務局より、6月20日に電子メールにて発送された。

送付先の数は、約80件である。

7月下旬に締め切り、回収したアンケートの数は24件であった。同一施設からの回答が3件あったため施設の数としては21施設となるが、最も問題となる設問2に対する回答が(a)であった施設は4施設で、これらの施設には重複がなかった。回答の中にはMEG以外の回答も含まれていたが、国内におけるMEGの稼働台数が40数台であることを考慮すれば、情報の収集率としては良好であると考えられる。

以下では、設問2に対する回答が(a)であったものと、(b)であったものを分類してまとめた結果を示す。なお、オリジナルの設問を黒字、アンケート結果を青字で表示した。

## II. MEG等極低温生体磁気計測装置と検査/実験への影響

(a) 何らかの影響があった、ないしは実害はなかったが何らかの対応を行った。

(b) 何も起きず、対応の必要もなかった。

回収数 24

(a) 回答 4

(b) 回答 20

(a)の場合は、以下III～VIIの回答をお願いします。

(b)の場合は、最後のページのVIIについて（可能ならVIや、その他の項目にも）ご回答ください。

## III. 貴病院/機関の被災状況全般

(1) 震度 ( )

揺れ方 (印象なども :

((a) 回答 4 施設 )

震度 4 長時間の大きな横揺れ。棚の上に不安定に積んであるものが一部落ちる程度。

震度 5 低振幅の縦揺れの後、高振幅の横揺れが長く続いた

震度 5 強 建物がふれハブのため、実際には震度 6 弱程度の揺れ、しかも 1 分強

の時間、棚もものが落下した。

震度 6 強 長い横揺れ

((b) 回答数 2 施設)

震度記載なし 低周期で長時間揺れた。横揺れで立ってられない程度。

震度 6 強 前代未聞の長時間揺れていました

)

(2) 建物損傷度合い (選択肢:  損傷なし・ 軽度の損傷・ 半壊・ 全壊)

復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

((a) 回答数 4 施設)

損傷なし 4 施設

((b) 回答数 2 施設)

損傷なし 2 施設

(3) 火災 ( あり・ 近所にあり・ なし)

その程度 ( )

((a) 回答数 4 施設)

なし 4 施設

((b) 回答数 2 施設)

なし 2 施設

(4) 停電 ( 有・ 無)

復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

復旧内容 ( 仮設・ 通常・ 非常電源・ その他 ( )・ 不明)

((a) 回答数 4 施設)

無 2 施設

有 2 施設

・有,3 日間停電 その他 ( なし、停電のまま)

・有,5 日 通常

((b) 回答数 2 施設)

無 1 施設

有, 2 日,通常

(5) 通信系の障害 ( 有・ 無)

復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

復旧内容 ( 電話回線・その他 ( ) )

((a) 回答数 4 施設)

無 3 施設

有 1 施設

・有, 3 日間

((b) 回答数 2 施設)

無 1 施設

有, 2 日, 電話回線

(6) 断水 ( 有・無)

復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

復旧内容 ( 仮設・通常水源・その他 ( ) ・不明)

((a) 回答数 4 施設)

無 2 施設

有 2 施設

・有, 2 日

・有, 4 日

((b) 回答数 2 施設)

無 2 施設

(7) 漏水・浸水 ( 有・無)

状況 ( )

復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

((a) 回答数 4 施設)

無 4 施設

① MEG 設置場所はないが、別建屋で暖房用蒸気管からの漏水あり。

((b) 回答数 2 施設)

無 2 施設

- (8) 空調・換気等のトラブル ( 有・無 )  
状況 ( )  
復旧に要した時間 ( ) 日/時間)

- ((a) 回答数 4 施設)  
無 3 施設  
有 1 施設  
・ 有, 停電による影響 3 日
- ((b) 回答数 2 施設)  
無 2 施設

#### IV. 地震発生時の、貴病院/機関の MEG 等の装置運用と避難

##### (1) 診療/実験への影響

- (i) 地震発生時に装置は ( 停止中・立ち上げ中・検査準備中・患者/被験者を MSR 内で検査中 ; つづけた・中止した )。

- ((a) 回答数 4 施設)  
停止中 3 施設  
検査準備中 1 施設

- ((b) 回答数 2 施設)  
当方の MEG システムは震災以前から休止していたため以下該当せず記載いたしません  
検査準備中

- (ii) MEG 等関連での警報について ( 酸欠の警報が鳴った・火災の警報が鳴った・何も鳴らなかった・その他 ( ) )

- ((a) 回答数 4 施設)  
何も鳴らなかった 3 施設  
その他 (警報装置なし)
- ((b) 回答数 1 施設)  
何も鳴らなかった

(iii) MEG等の停止について、(□特に何もしなかった・□電源は切らないが計測終了時の状態にした・□停電時のような電源切断まで行った・□その他 ( ))

((a) 回答数 4 施設)

停電時のような電源切断まで行った 3 施設

特に何もしなかった 1 施設

((b) 回答数 1 施設)

特に何もしなかった

(2) MEG等の被災に起因した人的被害

(i) 被害 (□なし・□直接的にあり・□間接的にあり)。

((a) 回答数 4 施設)

なし 4 施設

((b) 回答数 1 施設)

なし 1 施設

(ii) 状況 (例、酸欠・凍傷・避難の際にころんだ) ( )  
対応 ( )

((a) 回答数 4 施設)

空欄回答 4 施設

(b) 空欄回答 20

(3) 患者/被験者や検査者/実験者の MEG 等からの避難

(i) 避難 (□した・□しない・□不在だった・□その他 ( ))

((a) 回答数 4 施設)

しない 2 施設

した 1 施設

その他 ( 冷やしていないので何もしなかった。)

((b) 回答数 1 施設)

不在だった

(ii) 避難は適切に実施できたか? ( )



- (a) 回答数 4 施設  
 はい 1 施設  
 空欄回答 3 施設
- (b) 空欄回答 20
- (iii) 避難に要した時間 ( 分間)
- (a) 回答数 4 施設  
 1 分間  
 空欄回答 3 施設
- (b) 空欄回答 20
- (iv) 妥当な時間内だったか? (□妥当・□時間がかかりすぎた)
- (a) 回答数 4 施設  
 妥当  
 空欄回答 3 施設
- (b) 空欄回答 20
- (v) 避難を妨げる要因 (例、MSR (磁気シールドルーム) の扉の開閉、部屋や通路の照明が消えた、物の転倒による通路妨害、その他) があったか? ( )
- (a) 回答数 4 施設  
 なし  
 空欄回答 3 施設
- (b) 空欄回答 20
- (4) MEG 等の部屋 (検査室、操作室、機械室、配管、ボンベ室など) の確認
- (i) 状況を確認できたか? (□ただちに確認した・□すぐには確認できなかった・□建物の被災で近づけなかった・□確認の優先度が低かった・□その他 ( ))
- (a) 回答数 4 施設  
 ただちに確認した 3 施設  
 すぐには確認できなかった
- (b) 回答数 1 施設  
 ただちに確認した
- (ii) 確認できるまでの時間 ( 日/時間)
- (a) 回答数 4 施設  
 ・ 1 時間  
 ・ 1 日 : 当日は、避難で確認できず、また、使用中でないのもので、安全と判断した。

- ・ 5分間
- ・ 空欄回答 1施設

(b) 空欄回答 20

(5) MEG等の部屋の管理

(i) 管理者不在期間 (□有・□無)

((a) 回答数 4施設)

無 3施設

通常から利用中以外は、不在

((b) 回答数 1施設)

無 1施設

(ii) 有の場合の時間 ( 日 時 分間)

((a) 回答数 4施設) 空欄回答 4施設

(b) 空欄回答 20

(iii) 管理者不在に関して行った処置 (

)

((a) 回答数 4施設) 空欄回答 4施設

(b) 空欄回答 20

(6) MEG等の状況確認、調査、復旧などの対応

(i) 対応者は? (□職員・□MEG等の装置メーカー・□ヘリウム供給会社・□その他 ( ))

((a) 回答数 4施設)

- ・ 職員 2施設
- ・ MEG等の装置メーカー (たまたま点検のためにMEG室に来室していた)
- ・ 職員、MEG等の装置メーカー

((b) 回答数 1施設)

- ・ 職員、MEG等の装置メーカー

(ii) 職員以外の (外部に依頼した) 場合の対応開始までの時間 ( 日/時間)

((a) 回答数 4施設)

(ア) 0日/時間

(イ) たまたま装置メーカー職員がいた

(ウ) 空欄回答 2施設

(b) 空欄回答 20

- (7) MEG 等の利用が再開するまでの時間 ( ) 日/時間)
- ((a) 回答数 4 施設)
- (ア) 0 日/時間
- (イ) 常に不定期に利用
- (ウ) 5 日間
- (エ) 空欄回答 1 施設
- (b) 空欄回答 20
- (8) 診療/実験への影響と対処 ( )
- ((a) 回答数 4 施設)
- ・ 輪番停電対応のため、実験時以外に主要電源を落としていたため、使用時のチューニングに時間を要した
- (ア) 特記すべきこと無し
- (イ) 特になし
- (ウ) 空欄回答 1 施設
- (b) 空欄回答 20
- (9) 何らかの二次的災害が生じたか？ (例、放出されたヘリウムガスの白煙が火災と間違われて消火作業が行われて、システムが破損した) ( )
- ((a) 回答数 4 施設)
- なし 3 施設
- 空欄回答 1 施設
- (b) 空欄回答 20

V. 貴病院/機関の MEG 等の仕様・被災状況・地震後の処置（V と VI に関しては、必要に応じて、MEG メーカー等の専門家に相談ないしは代わりに記入していただいても結構です。ただし最後のページの VII は、貴病院/機関の方に直接お書きいただきたい質問事項です。）

（24 施設の集計）

(1) センサを含むデュワー（液体ヘリウム容器）とヘリウム排気について

(i) 震災による移動、転倒、衝突、破損などの事故（有・無）

内容（）

対処（）

復旧までの時間（日/時間）

・無 4 施設

・有 1 施設

センサ部を取り外し、管理していた容器が転倒した。外傷はないが特性の劣化が起きていた。振動により内部の接触不良と思われる。修理不能

・空欄回答 19 施設

(ii) 震災による機能、性能（ノイズ、不良チャネル）などへの影響（有・無）

内容（）

対処（）

復旧までの時間（日/時間）

・無 4 施設

・有 1 施設主に  $\Phi-V$  特性の劣化, 対処（なし）

・空欄回答 19 施設

(iii) 気化したヘリウムガスの閉塞などの事故（例、デュワーやヘリウム排気経路内でつまった）（有・無）

内容（）

対処（）

復旧までの時間（日/時間）

・無 4 施設

・空欄回答 20 施設

(iv) 液体ヘリウムの突沸、破裂板の動作ないしは緊急排気系の動作等（有・無）

- 内容 ( )  
 対処 ( )  
 復旧までの時間 ( ) 日/時間)  
 ・ 無 4 施設  
 ・ 空欄回答 20 施設
- (v) 酸素濃度の低下 ( 有・無・不明)  
 酸素モニターの警報 ( 鳴った・鳴らなかった・その他 ( ) )  
 対処 ( )  
 復旧までの時間 ( ) 日/時間)  
 ・ 無 5 施設  
 ・ 空欄回答 19 施設
- (vi) デュワーの液体ヘリウム蒸発率について、地震による変化 ( 有・無)  
 内容 ( )  
 対処 ( )  
 復旧までの時間 ( ) 日/時間)  
 ・ 無 4 施設  
 ・ 空欄回答 20 施設
- (vii) 前記以外のデュワーの不具合 ( 有・無)  
 内容 ( )  
 対処 ( )  
 復旧までの時間 ( ) 日/時間)  
 ・ 無 4 施設  
 ・ 空欄回答 20 施設
- (viii) 前記以外のヘリウム排気系の不具合 ( 有・無)  
 内容 ( )  
 対処 ( )  
 復旧までの時間 ( ) 日/時間)  
 ・ 無 4 施設  
 ・ 空欄回答 20 施設
- (2) ヘリウム供給やMEG等システム全般について
- (i) 貴病院/機関における正常時の液体ヘリウムの供給方法 ( ヘリウム供給会社からコンテナにより運送・低温センターやMEG等に付属する液化装置により回収液化して再利用・その他 ( ) )  
 ・ ヘリウム供給会社からコンテナにより運送 6 施設  
 うち 1 施設

ヘリウム供給会社からコンテナにより運送低温センターやMEG等に付属する液化装置により回収液化して再利用

・ 空欄回答 18 施設

- (ii) 正常時の液体ヘリウム充填間隔 ( ) 日間隔)  
地震発生後にヘリウム充填まで最大何日の余裕があったか? ( ) 日間)  
それに対して何日目に最初の充填を行ったか? ( ) 日目)  
間に合わなかった場合、どのように対処したか? (例、温度上昇したため、安全点検の後、デューワーを再冷却したなど) (

- ・ 7 日間隔 5 日間 5 日目
- ・ 7 日間隔 0 日間 0 日目
- ・ 不定期
- ・ 9 日間隔 5 日間 5 日目
- ・ 7 日間隔 3 日間 3 日目
- ・ 3-4 日間隔
- ・ 空欄回答 18 施設

)

- (iii) 地震直後の液体ヘリウムの供給  
(通常供給ルート・臨時の供給手段 (ユーザーが直接依頼・MEG メーカーが対応・ガス供給会社が手配)・その他 ( ) )

- ・ 通常供給ルート 3 施設
- ・ 臨時の供給手段 MEG メーカーが対応 1 施設
- ・ 空欄回答 20 施設

- (iv) その他、地震後の液体ヘリウム充填作業の支障 (有・無)  
内容 ( )  
対処 ( )  
復旧までの時間 ( ) 日/時間)

- ・ 無 3 施設
- ・ 空欄回答 21 施設

- (v) MEG システム再開のために通常と異なる手順を行ったか? (例、装置の動作確認やファントムによる精度校正など) (

- ・ ファントムによる精度確認と装置の動作確認
- ・ 装置の動作確認やファントムによる精度校正
- ・ なし 1 施設
- ・ 空欄回答 21 施設

)



- 対処 ( )
- 復旧までの時間 ( 日/時間)
- ・ 無 1 施設
  - ・ 空欄回答 23 施設
- (7) ヘリウム、窒素などのガスボンベの使用 ( ヘリウム・窒素・無)
- ・ ヘリウム 2 施設
  - ・ 無 2 施設
  - ・ 空欄回答 20 施設
- (i) 事故 (移動・転倒・ガス噴出・その他) や不具合 ( 有・無)
- 内容 ( )
- 対処 ( )
- 復旧までの時間 ( 日/時間)
- ・ 無 1 施設
  - ・ 空欄回答 23 施設
- (8) 磁気シールドルーム (MSR)
- (i) シールド性能への影響 ( 有・無)
- 内容 ( )
- 対処 ( )
- 復旧までの時間 ( 日/時間)
- ・ 未確認 (チューニング時のノイズレベルには、震災の前後で変化はみられず)
  - ・ 無 3 施設
  - ・ 空欄回答 20 施設
- (ii) その他の事故 (移動、転倒、変形、破損) や不具合 ( 有・無)
- 内容 ( )
- 対処 ( )
- 復旧までの時間 ( 日/時間)
- ・ 無 4 施設
  - ・ 空欄回答 20 施設
- (9) デュワー以外に MSR 内にあるもの (ガントリ、ベッド、スクリーンなどの刺激装置、照明、監視カメラ、換気装置、回路などのラック)
- (i) 事故 (移動、転倒、落下、衝突、破損) や不具合 ( 有・無)
- 内容 ( )
- 対処 ( )
- 復旧までの時間 ( 日/時間)
- ・ 無 4 施設
  - ・ 空欄回答 20 施設



(10) その他、MSR 外のもの（刺激装置、制御装置、PC/WS などのコンピュータ、トランスなどの電源装置）

(i) 事故（移動、転倒、衝突、破損）や不具合（有・無）

内容（）

対処（）

復旧までの時間（ 日/時間）

- ・ ディスプレイの転倒もどした 5分
- ・ 無 4 施設
- ・ 空欄回答 19 施設

(11) 通信系

(i) どのような機能を持たせていたか？（）

- ・ ISDN
- ・ MEG 専用 LAN および院内 LAN との接続
- ・ データサーバとの通信のみ
- ・ 外部については、メンテの際に外部ネットワークと接続し、メーカーによるリモートメンテを行う。内部については、ハブ接続により研究者の PC 等とのデータ転送等
- ・ 空欄回答 20 施設

(ii) 障害や不具合（有・無）

内容（）

対処（）

復旧までの時間（ 日/時間）

- ・ 無 4 施設
- ・ 空欄回答 20 施設

## VI. 安全管理の現状と改善点などの意見

- (1) 非常時の避難（例、経路表示、避難訓練、誘導照明等）
  - ・ 当院の施設基準に準じる
  - ・ センサを置いている場所を床にして、落下、転倒を防止している。
  - ・ 特になし
  - ・ 検討したことはありません
  - ・ シールドルーム内に、停電時の避難のための誘導照明と、開扉手順の掲示が必要。常勤職員には、被験者検査中の災害に備えて、避難訓練をしておく方がよい。
  - ・ 緊急時の避難経路確認避難訓練が必要
  - ・ MEG 検査室(1F)は直線の廊下のみ接続し、外部に出るようになっています。過去に組織全体の避難訓練を何度かやったことがあります。特に誘導灯はありませんが、停電時に非常灯がつくようになっています。
  - ・ 経路表示、避難訓練はシュミレーションでもやっておいた方が良いかと思いましたが。
  - ・ MRI 検査室の隣のため、それに準じる
  - ・ 関係者が不在の状態に消防隊、救急隊など第三者が入る可能性を考えて、関連区域内での緊急時にとりうる処置の可否についての掲示があった方が望ましい
  - ・ 空欄回答 14 施設
- (2) 非常時の MEG 等のシステムの状況確認手順や処置（ ）
  - ・ 震災時、たまたま脳磁計取扱業者が 1 名在室していたため、迅速な対応できたが、何らかの手順書のようなものを整備すべきかと思われた。
  - ・ 検討したことはありません
  - ・ 目視による状況確認、
  - ・ メーカーへの遠隔通信による動作確認依頼
  - ・ MEG 装置は技術員が管理し、非常時の対応を行います。
  - ・ シャットダウンの手法を、利用者に教えておく必要があるかと思いましたが。
  - ・ 特になし。責任者がその都度点検する。
  - ・ 特になし 2 施設
  - ・ 空欄回答 15 施設
- (3) 装置とその規格や安全対策（例、耐震固定、転倒/移動防止）（ ）
  - ・ 今回の揺れの際、MSR の中で脳磁計本体が横滑り運動をしているのを目視で確認したが、固定のし方によっては安全対策上、逆効果になる可能性もあり、本体の接地面形状・重心位置・振動モード等を考慮した綿密な検討が必要と思われる。

- 検討したことがありません
- MEG 装置の転倒防止のためのガイドラインが必要。災害時に被験者が独力で装置から脱出する手順の検討が必要
- 当該施設ではこれら（１）－（３）のいずれに関しても明確な対策マニュアルを装備していなかった。今後は想定外クラスの激甚災害も想定したマニュアル及び対策を講じる必要があると痛感した。
- 装置周辺のラック等の高いものは床ないし壁に対して耐震固定がなされています。
- 現状で十分であると期待しておりますが・・・
- 横河電機の仕様に従う
- 特になし 2 施設
- 空欄回答 15 施設

## VII. 各方面への要望/意見

### (1) 装置メーカーへの要望、意見（

- ・ 緊急時のマニュアルの整備（特に被験者を脱出させる手順）
- ・ シールドルームのドアが停電時にも開けられることの確認
- ・ 停電時の非常照明の設置（シールドルーム内、外）計測室は地下など窓のない部屋であることが多い。特にシールドルームのドアのハンドル等が停電時にもシールドルーム内外から視認できること。
- ・ 緊急時の情報をホームページなどで発信できるように、日頃より情報提供の手段を複数準備しておいて欲しい。
- ・ 震災以後の他施設の稼働状況について積極的な報告がほしい。（問題箇所についての対処方法についての具体的な情報がほしい。）
- ・ 相談できる窓口を教えておいてもらった方が良いかもしれません。
- ・ 転倒防止、シールドルーム閉じ込め時の対策が必要。クエンチング時の緊急対策の確認、マニュアル化
- ・ 震災で障害が生じた場合の対処方針をあらかじめ示して欲しい。病院/機関によって復旧のスピードに不合理な差が出ないようにしてほしい。
- ・ シールドルームなどの耐震性や、構造的な強度(上の階の床が落ちても耐えられるのかなど)の情報が欲しいと思います。
- ・ シールドルーム内に、停電に備えたバッテリー等で動作するバックアップ照明等を備えるとよい。また、シールドルーム扉の、非常時の内側からの開扉手順の表示が必要。
- ・ 災害時のマニュアルがあれば配布してください
- ・ 特になし 7施設
- ・ 地震時の転倒防止のための対策をたてて欲しい
- ・ 空欄回答 7施設

)

### (2) ヘリウム供給会社への要望、意見（

- ・ 利用者の中に液化ガスに関する専門家がない場合、液体ヘリウムに関する講習を行っていただきたい。例えば液体ヘリウムの基本的性質(沸点、気化時の体積膨張率など)や危険性（酸欠、爆発、凍傷）、災害時に発生すると思われる事象（水蒸気煙の発生など）、これらの事象への対処法や深刻度の判断など。
- ・ 災害時のマニュアルがあれば配布してください
- ・ 地震対応に関しては特にありません

- ・ 震災で障害が生じた場合の対処方針をあらかじめ示して欲しい。緊急連絡手段を示しておいてほしい。
- ・ 地震後の漏れチェック
- ・ 現状で十分であると信じております。
- ・ 緊急時のヘリウム供給源を確保して欲しい
- ・ 特になし 7 施設
- ・ 空欄回答 10 施設

)

(3) 関連学会への要望、意見 (

- ・ 災害時のマニュアルがあれば配布してください
- ・ 地震対応に関しては特にありません
- ・ 緊急連絡手段を示しておいてほしい
- ・ 学会で安全指針のガイドラインを策定していただけると助かる。(施設に予算計上をしやすいので)。
- ・ 今回起こった事象を皆様にお教え頂ければ幸甚です
- ・ 特になし 7 施設
- ・ 空欄回答 12 施設

)

(4) 本調査への要望、意見 (

- ・ 地震対応に関しては特にありません
- ・ 緊急時の対応マニュアル等が作成されたら御教示下さい
- ・ 装置メーカーは本調査を参考にして、具体的な地震対策の立案につなげてほしい
- ・ 現在、BTi や CTF の装置は故障しても修理できる状態ではない。(ここに特定の機関に関わる固有情報があったため削除。)震災の影響とは別に既存システムの保守対応状況を公表できる分については公表し、MEG 装置購入のリスクをあきらかにすべきと思う。
- ・ 結果を御教示して頂き、今後の災害への対策方法を啓蒙して頂けますと幸いです。
- ・ アンケート依頼そのものは関係者限定でよいと思うが、アンケート項目はホームページなどに掲載して、意見を求めることも可能かもしれない。
- ・ 特になし 6 施設
- ・ 空欄回答 12 施設

)

(5) その他 (

- 地震対応に関しては特にありません
- 幸い、被害が何もなかったです。
- 東日本大震災で亡くなられた方々のご冥福と、被災された方々の復興をお祈りします。このような大規模な災害が生じ得るという事実直面し、日頃の安全対策の重要性を感じました。
- 1995年の阪神大震災の折に、シールド室の扉があかなかった（あきにくくなった）施設があった、との噂を聞いた覚えがあります。
- 特になし 4 施設
- 空欄回答 16 施設

)

---

ご協力ありがとうございました。

---

2011 年 3 月 11 日発生 of 東日本大震災による MEG 被災調査報告書

発行日 2011 年 12 月 (2012 年 1 月 5 日修正)

発行者 日本生体磁気学会  
〒444-8585  
愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38  
生理学研究所 感覚運動調節研究部門内  
TEL: 0564-55-7706, 7756  
FAX: 0564-52-7913

編集 MRI/NMR/MEG 被災調査連絡会議  
MEG 担当

---

---