

3. 研究報告

3.1 震災時における建物の機能保持に関する研究開発

3.1.1 ガイドライン作成および普及

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設、および被災状況等の情報発信の拠点となる情報通信施設など重要施設の機能保持および耐震性向上を目的として、医療業界および建築業界の民間企業や学協会等と連携し、機能保持を目指した重要施設の地震対策指標と具体的な対策手法を取りまとめ、既存および新規施設の地震対策の普及を促すガイドラインを示す。

(b) 平成23年度業務目的

- 本研究で実施したEーディフェンスでの実験結果を中心に、これまでの地震対策に関する知見も収集し、重要施設（特に医療施設）における地震対策を、病院職員、建設技術者や医療機器・什器メーカー等が利用しやすく、また、一般国民の地震対策の参考となるガイドラインとしてとりまとめる。ガイドラインは、以下の内容を中心に、各関係機関の有識者等からなるWG（作成WG,6回程度開催）で検討し作成する。
 - ① これまでの被害事例集
 - ② Eーディフェンスにおけるこれまでの実験結果
 - ③ 地震対策の考え方
 - ④ 地震対策事前・被災後のチェックリスト
- 作成したガイドラインの内容に関する有効性や妥当性を第三者的立場で評価・検討するため、各関係機関での有識者等で構成されるWG（評価WG）を4回程度開催する。
- 作成したガイドラインは、医療施設職員、建設技術者、医療機器・什器メーカーをはじめ広く国民にホームページ等を通じて公開すると共に、官庁・地方自治体・災害拠点病院等に実験映像をとりまとめたDVDとあわせて配布する。さらに、関連機関および関連団体等による広報への協力依頼や講習会などに本ガイドラインを提供し、普及を図る。また、防災・減災対策の向上に資するため研究成果などを学会等で発表する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
独立行政法人防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター	主任研究員	佐藤 栄児	eiji@bosai.go.jp
	チームリーダー	井上 貴仁	dinoue@bosai.go.jp
	客員研究員	酒井 久伸	saki@bosai.go.jp
	客員研究員	福山 國夫	fuku-kn@bosai.go.jp

国立保健医療科学院	主任研究官	小林 健一	kenken@niph.go.jp
	研究員	小菅 瑠香	kosuge@niph.go.jp
工学院大学	教授	笥 淳夫	takehi@cc.kogakuin.ac.jp

(2) 平成23年度の成果

(a) 業務の要約

- ・本研究の成果物であるガイドライン作成のため、各関係機関の有識者の協力のもと、情報収集を行うとともに、平成19年度から実施してきた研究成果よりガイドラインを作成した。
- ・作成過程において、ガイドラインの方向性、有効性、妥当性、記載内容について、関係機関での有識者等で構成される委員会（評価及び作成WG）で議論し、ガイドラインでの記載内容等を確定させた。
- ・これらの重要施設（特に医療施設）における地震対策を、病院職員、建設技術者や医療機器・什器メーカー等が利用しやすく、また、一般国民の地震対策の参考となる資料をガイドラインとして、とりまとめた。なお、本成果物はその方向性、内容等からガイドラインという名称ではなく、地震対策の啓発および参考となる資料とわかる適切な名称（以下、「最終成果資料」と記載する）とすることとした。なお、最終成果資料のタイトルは、「病院スタッフのための地震対策ハンドブック」とした。あわせて、実験映像をとりまとめたDVDを作成し、ハンドブックとあわせて配布した。
- ・作成した最終成果資料は、医療施設職員、建設技術者、医療機器・什器メーカーをはじめ広く国民にホームページ等を通じて公開し、さらに関連機関および関連団体等による広報への協力依頼や講習会などに本最終成果資料を提供し、普及を図ることとした。また、防災・減災対策の向上に資するため研究成果などを学会等で発表した。

(b) 業務の成果

1) 最終成果資料の概要

本課題において、これまでに研究で得られた研究成果について、広く国民に還元するため、最終成果資料を作成し、頒布する。最終成果資料に含まれる主な内容を以下に示す。

- ✓ H19～H22年度までに得られた（実験）研究の成果を紹介
- ✓ 過去の被害事例（東日本大震災含む）の紹介と被害分類
- ✓ 地震動・建物構造の説明
- ✓ 対策事例と効果等の紹介
- ✓ 対策のチェックリスト

上記の内容を取り入れつつ、耐震工学や地震工学等の専門知識がなくとも理解できる内容とし、平成20、22年度にE-ディフェンスで実施した実験時の映像を活用した「ビデオ教材」をDVDとして取り纏め、添付する。

また、本最終成果資料は、下記に示す対象向けのものとするが、重要施設の設計を行う方々の参考資料とすることができる。

- ✓ 病院職員

- ✓ 医療機器・什器メーカー
- ✓ 一般国民

最終成果資料の作成にあたっては、その内容を評価するためのワーキンググループ（ガイドライン評価WG）および、実際の作成を行うワーキンググループ（ガイドライン作成WG）を設けた。以下に各WGのメンバーと全体スケジュールを示す。各WGでの議事は、4.1.1に記載している。

表1 評価WGメンバー

	氏名	関連	所属機関
主査	長澤 泰	運営委員会	工学院大学 建築学部
委員	笈 淳夫	研究グループ	工学院大学 建築学部
委員	小林 健一	研究グループ	国立保健医療科学院 生活環境研究部
委員	石原 哲	医療関係者	医療法人社団誠和会 白鬚橋病院
委員	佐藤 和美	看護関係者	前小千谷総合病院 看護部 NPO 法人防災法人サポートおぢや
委員	加納 隆	医工学関係者	埼玉医科大学保健医療学部
委員	中山 茂樹	日本福祉建築協会	千葉大学 大学院 工学研究科
委員	鈴木 明文	日本福祉設備協会	(株)伊藤喜三郎建築研究所 環境技術部
委員	井上 政昭	日本医療機器工業会	(株)スカイネット
委員	佐藤 栄児	研究グループ	(独)防災科学技術研究所
委員	井上 貴仁	研究グループ	(独)防災科学技術研究所
OB	岩城 昌也	厚生労働省	厚生労働省 医政局指導課
OB	守谷 謙一	総務省消防庁	総務省消防庁 予防課設備係
OB	望月 武	東京都	東京都総務局総合防災部
OB	小菅 瑠香	研究グループ	国立保健医療科学院 生活環境研究部
OB	南山 力生	文部科学省	文部科学省 研究開発局地震・防災研究課
OB	高橋 元一	文部科学省	文部科学省 研究開発局地震・防災研究課

OB: オブザーバー

表2 作成WGメンバー

	氏名	所属機関
主査	笈 淳夫	工学院大学 建築学部 建築デザイン学科
委員	小林 健一	国立保健医療科学院 生活環境研究部 建築・施設管理研究分野
委員	小菅 瑠香	国立保健医療科学院 生活環境研究部 建築・施設管理研究分野
委員	鎌田 崇義	東京農工大学 大学院工学府 機械システム工学専攻
委員	吉村 修	(財)日本消防設備安全センター 企画研究部
委員	佐藤 栄児	(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
委員	井上 貴仁	(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
委員	酒井 久伸	(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
委員	福山 國夫	(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター

表3 作成スケジュール

	評価WG	作成WG		
		メーカー対応	ハンドブック	動画
4月			20110426 VTRチェック	
5月	20110513 研究班会議 ・今後の作業の進め方などの打ち合わせ		メーカーヒアリング用資料作成	
6月	第1回WG (6/16) ・事務局よりこれまでの研究成果について説明 ・基本方針、スケジュール決定	メーカーヒアリング (6/22~24、7/4) ・チェックシートおよび 実験映像の確認 ・対策有効性について意見交換		
7月			原案の作成	
8月				
9月	第2回WG ・ハンドブック原案チェック ・修正意見		指摘事項修正・ 作成作業	シナリオの 作成
10月	E-Defense見学 超高層実験見学			
11月	第3回WG ・ハンドブックチェック ・動画チェック ・修正意見		仮完成	仮完成
12月	第4回WG ・仮完成確認	メーカーの確認		
1月	第5回WG ・最終確認		最終吹き込み・完成 印刷・DVD編集作業	
2月			完成品の配布	
3月	20120308 最終報告会(文部科学省)			

頒布にあたっては、厚生労働省、自治体、医療関連団体等の協力していただき実施する。

2) 最終成果資料作成のための関連機関からの情報収集

最終成果資料を作成にあたり参考意見収集のため、これまで研究に協力頂いた代表的な医療機器メーカーを中心に、地震対策に関する意見や方針等についての聞き取り調査を、6月～7月にかけて実施した。聞き取った主な項目は、これまでのEーディフェンス実験や過去の震災を受けてのメーカーとしての地震対策に関する見解を調査した。

以下に聞き取り調査後の結果を取りまとめて記述する。

a) 瑞穂医科工業（手術台等メーカー）

手術台を提供。

i) 実験での見解

- ・ 実験で、手術台自体の故障は見られなかった。
- ・ 手術台は、重心が低い実験で転倒の危険性がみられた。
- ・ 実験では患者の足元のみを手術用固定具で固定した場合、患者が固定部を中心に回るように滑り落ちている現象がみられ、滑り落ちる危険性があることが確認された。
- ・ 无影灯の照明部分が振動による下に落ちてくる現象が良くみられた。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 手術台の移動などに関してブレーキの摩耗などを考慮し、こまめな点検が必要である。
- ・ 患者の固定方法について検討が必要である。
- ・ 无影灯のアームの可動部のブレーキ力を上げることにより、照明の落下現象は低下できると思われるが、通常の利用面を考慮すると困難である。利用と対策を両立される解決策の実現は難しい。こまめな点検で対応する以外にない。
- ・ ワゴンに乗せるだけのME機器類は、重心が高くなり転倒の危険が発生する。設計時から機器全体としての低重心化、転倒防止策などの対策が必要である。
- ・ 手術台を起点として機器類を搭載させたいとの要望はある。しかし、法律上手術台から電源をとることができないため、実現が難しい。

b) 岡村製作所（医療什器等メーカー）

病室内、診察室内家具、検査（実験）室内機器を提供。

i) 実験での見解

- ・ ヒュームフード天井は、ケイカルボードだけになっており、ボードが落ちる様子が何度も観察された。
- ・ ヒュームフードは、地震を考えて設計されていないため、ねじれに弱く、縦揺れの影響を受けやすい。
- ・ 大型の重量機器でも固定していないものは大きく動いたが、堅固に固定したものについては、まったく動いていなかった。
- ・ 過去の震災被害では、建物と機器の揺れが異なるため、機器と機器からの配管等が被害を受けた事例が確認されている。
- ・ ベッドの間に家具パネルを設置したものは、パネルの脱落が多くみられた。
- ・ ベッドの頭上のアーム式モニターが衝撃で患者の顔面付近まで落ちてくるのが、多

くみられた。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 機器からの配管について、接続方法などを検討する必要がある。
- ・ 薬品棚、机の上の薬品は基本的に利用していないときは片づけてもらう必要がある。
- ・ ヒュームフードが損傷した時に有害物質が漏れる可能性が考えられるため、震災時には逃げる時間を稼ぐ等の方法を考慮する必要がある。
- ・ 家具パネルの脱落については設置方法を再検討したい。
- ・ オフィス収納家具のラッチは、収納物が重すぎると効かなくなってしまう。そのため、以下の対策が必要と考えられる。
 - 1段ずつに扉をつけてラッチをかける。
 - 棚板に後ろが下がるよう傾斜をつける。
 - 棚板に摩擦シートを貼る。
 - 保管用と日常出し入れするものに棚の区別をつけて対策を考える。

c) パラマウントベッド（ベッド等メーカー）

医療ベッド、キャビネット、ワゴン、床頭台を提供。

i) 実験での見解

- ・ ベッドについては、病室が上層階で床加速度が大きいこともあり、病室のベッドのロックが外れ、ICUでもベッドのロックが外れる被害がみられた。
- ・ ベッドのロックは外れないものの、ロックがかかったまま滑っている場合もみられた。
- ・ 設計用地震動（レベル2地震動）では、特に問題はなかった。
- ・ キャビネットやテーブル類は、ロック機能が有効に働き、致命的な破損はなかった。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ ベッドのロックは主に、踏込ロック，蹴り上げ解除の方式で、ロックを固くし外れにくくすることは、運用上で解除動作が困難となり苦情などが想定されるため、対策方法として実現しにくい場合もある。
- ・ ベッドのロックが外れる理由は、地震動の特性（共振や縦揺れの影響）が影響している可能性があり、揺れが大きさだけに影響していない可能性があるため、それらを考慮して改良する余地がある。
- ・ キャビネットは背を低くすることで転倒の問題が減少すると考えられる。
- ・ 背の低いキャビネットは、ロックをかけると患者さんが手をついたとき転倒する事故が考えられ、むしろキャスターロックをかけない方が事故にならないとメーカーとして考えている。地震対策より常時の事故対策が優先される場合がある。
- ・ 国際的な基準によって、10度の傾斜地でロックが外れない、転倒しない様にとされているが、これらの基準は地震の揺れから決められているわけではない。
- ・ 日本の現状では病室内備品の全体コーディネートがないので、患者さん周囲の機器やライン等に関して、地震時の総合的安全対策について、機器およびメーカーでの個別対応になり融通が利かずや総合的な方針がばらばらとなりやすい。全体コーディネートを一括で行えば、防災対策も実施しやすいと思われる。

d) アトムメディカル（コット、NICU等メーカー）

NICU 機器およびコット（ベビーベッド）を提供。

i) 実験での見解

- ・ NICU の転倒は見られなかった。
- ・ NICU 自体の被害は見られなかった。
- ・ NICU のキャスターの対角ロックでは、移動がみられた。
- ・ NICU 内の新生児のダミー人形の動き・振動がかなり大きくみられた。
- ・ 新生児のうつぶせ時の窒息を防ぐ目的でマットを固くしたが、地震では衝撃が直接伝わるようになり、新生児の影響が大きくなると予想される。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ ベビーベッドに関しては、通常品はロックの出来るタイプのキャスターではないので今後ロックを付けることを検討したい。しかし完全に固定してしまうと、地震の揺れで新生児に強い力がかかってしまうことになり、完全に固定するということは検討の余地がある。
- ・ ベビーベッドを建物に固定する案は、過去に要望があり検討したことはあったが、建物側の状況がそれぞれ異なりため、固定のための器具がその都度、特注になる場合が多い。
- ・ 新生児室では、多数の新生児ベッドが並ぶので、ベビーベッドを連結することで転倒は防ぐことができると思われる。過去に事例がある。
- ・ NICU については、過去にキャスターの対角ロックが推奨されている時代があり、その頃に対角ロックを採用して現在に至っている。今回の実験結果を受けて、今後 4 点ロックを検討しようと考えている。
- ・ 機器のロックは、可動性を考慮して軽く動くキャスターを採用しているので、固定しないと容易に動いてケアができないのでロックは適切にさせていただくようにしたい。
- ・ 今後 4 点ロックにした場合、運用時に 4 点ロックを実施していただくよう、しっかり啓発しないといけない。
- ・ 新生児が動かないように固定する用具はいろいろ存在するので、地震の揺れで新生児が保育器の中で動き回ることを防ぐ方法は実現できると思われる。

e) 美和医療（手術室等メーカー）

手術室内機器の提供。

i) 実験での見解

- ・ 耐震構造の場合、対策を行っても強烈な地震動であると被害を抑えるのが困難なように思われた。
- ・ 地震対策を行っても被害がみられた事例がある。
- ・ 手術室は、ステンレスパネルを貼付けたこともあり、被害が低減できた。
- ・ 引き戸の落下の被害がみられた。飛散防止フィルムのおかげで落下してもガラスが割れず、一定の効果はみられた。
- ・ 機器が移動してしまっただけでは、施設機能の維持という観点から問題があると感じた。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 動きにくくすることは出来るが、逆に普通の使い勝手は悪化する。
- ・ 地震対策と使い勝手の両立は困難である。
- ・ 无影灯自体は、ほとんど輸入品になり、地震対策という要望を製品の設計製作に反映することは非常に厳しい状況である。
- ・ バンドでの固定の対策について、術式によって機器の配置を途中で変更することもあり、あらかじめ固定することが難しい場合もあると思われる。
- ・ 逆に術式によっては、機器をあらかじめ固定できるケースもある。
- ・ 床に固定するのは、清掃時の問題など衛生確保の観点で現実的ではない。
- ・ 手術動線を考えると壁に機器を固定するのは問題となる可能性がある。
- ・ 无影灯や、ペンダントのほかに、モニターなどが天井からつり下げる方式のものが徐々に増えつつある。シーリングペンダントには、圧空（医療用ガス）によるブレーキシステムが実用化されているのでブレーキ力の強化で対応ができるかもしれない。
- ・ 飛散防止フィルムは、落下してもガラスが割れなかったので対策として効果は大きい。

f) 文化シャッター（扉等メーカー）

非常用シャッター、各室の扉、防災垂れ壁を提供。

i) 実験での見解

- ・ 釣り扉が外れたケースがみられた。
- ・ 引き戸が、高速で開閉する現象がみられ、地震時に危険になると感じた。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 釣り扉の脱落対策で取付具を強化し、一定の効果がみられた。
- ・ 地震対策として、JMA 神戸クラス（震度6～7）の地震で無傷である必要はなく、人への危害を防ぐことが第一と考えている。
- ・ 地震対策として、まずは地震時には扉に近づかない、という注意喚起も必要と考えられる。
- ・ 引き戸を開閉するときに、何らかの動作で簡単にロックが外れるような機構であれば、通常ロックされており、高速の開閉の問題の解消になる可能性がある。

g) 北川工業（地震対策商品等メーカー）

コピー機、地震対策品を提供。

i) 実験での見解

- ・ 地震対策の一定の効果は見られた。
- ・ ただし、極めて大きな地震動などでは、対策でもカバーしきれないところはある。また地震対策の不十分なケースの問題や、不適切な施工の問題はある。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 手術室の対策として行なったものは、現実離れした対策になってしまう場合もあつ

た。実際に使用状況を考慮し対策をつめる必要がある。

- ・ ゲルは一定の効果があつたが、極めて大きな揺れの場合、固定力が不足していた場合もあった。
- ・ 床頭台は、キャスター付きが普通で、従来は、前面のキャスターのみロックのものであつたが、最近は4点ロックのものもある。
- ・ 床頭台のチェーンなどでの固定の実例はある。
- ・ 今回の実験でのバンド固定、ゲル固定などで効果がみられた。正しい方法での固定が重要である。

h) イトーキ（医療什器等メーカー）

スタッフステーション用家具、OA フロアーを提供。

i) 実験での見解

- ・ 地震対策（キャスターの大型化、ロック、ワゴンの引き出し飛び出し対策）の効果は見られた。
- ・ 無対策の場合、カートタイプの引き出しがすべて飛び出し、バランスが悪くなり転倒するという状況があつた。
- ・ カートタイプのキャビネットでの引き出しの飛び出し対策は必要と思われる。
- ・ キャビネットに関しては、飛び出してもストッパーにより落下することはなかった。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 引き出しが出てこなくなるような金物は、後付けは難しい。
- ・ テーブルの足下のゲル固定は非常に効果が高い。
- ・ キャビネットに関しては、飛び出してもストッパーにより落下することはないので、問題はないと考えている。
- ・ オフィスよりも病院の方が固定要望は高く、固定方法も、壁固定、床固定を実施している場合が多い。
- ・ 病院では、LGS（間仕切り壁下地鉄骨）の壁が多いので下地を探して固定することが多い。
- ・ オフィスでは、施工業者任せということもあり、壁ボードアンカーで固定するようなケースもあり、強度的に非常に問題がある。（壁ボードアンカーでは、地震対策にならない。）
- ・ 実際問題として、下地材への固定としても、十分な固定力を得ることは難しく、現実的な固定強度を得るには、床固定も考慮しないとイケない。
- ・ 病室周りにはキャスターものも多くあり、転倒に対する医療安全という面でも重要で、デフォルト固定という考えは、地震対策のためだけではないと思う。

i) セントラルユニ（手術室等メーカー）

ICU 室機器を提供。

i) 実験での見解

- ・ シーリングペンダントについては、地震の揺れで回転してしまう現象が多くみられた。重量もあり危険であると思われる。

- ・ シーリングペンダントは、圧空を用いてブレーキロックを解除する仕掛けのもので、通常時ロックがかかっていたが、ブレーキ力が甘くなって回転したと思われる。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 実際の病院でも、長年使用していくうちにブレーキ力が甘くなることは考えられる。定期点検を受け、再調整すればよいが、点検は必須ではない。定期的な点検が必要と思われる。
- ・ 壁の手すりに機器を固定していたが、よいアイデアだと感じた。(強度的にも十分な仕様となっている)
- ・ 通常の使用時には、スムーズに動くことが重要視されるが、スムーズに動く製品の方が逆に地震時には大きく動くことになり、通常の利用性と地震対策の両立は難しいと思われる。

j) ニプロ (透析装置等メーカー)

透析器機器を提供。

i) 実験での見解

- ・ 実験までは、透析装置をロックしない方がよいという考えであったが、その考えが変わりつつある。
- ・ 機器の転倒要因として、地震の揺れそのものではなく、地震によって何かぶつかったり、移動して何かに引っかかって転倒したりという場合がみられた。
- ・ 機器の移動によりラインのはずれが問題となってくる。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ 従来は、ロックできるキャスターは、二点個所のみとしている。理由は、2点ロックで、機器自体の固定は十分なされるためである。
- ・ 自社が過去に振動実験を行なった経験から、ベッドはキャスターロック、透析装置はキャスターフリーとして、ベッドと透析装置を連結する方法が有効であると考えている。ただ、連結する部材は、標準品としてはない。
- ・ 透析装置だけの対策になるが、とにかく転倒を防ぐことが重要である。
- ・ 地震対策の一番大きな問題は、コストである。
- ・ 据え置き型の機器の対策としては比較的安価でもあるゲルが有効と思われる。
- ・ 透析室には、薬剤や針などを乗せたワゴンがあるが、このワゴンが動き回って、転倒したりすると、二次災害となるので、対策が必要と思われる。
- ・ 機械室には、酢酸系の薬剤と、機器消毒用の次亜塩素酸ナトリウムがあり、転倒して薬剤がこぼれ、混ざってしまうと塩素ガスが発生し危険である。これらの固定対策は必要不可欠である。
- ・ 重心位置を機械に明示する(デザイン的に工夫する)と、転倒対策が考えやすいと思う。

k) 東レ (透析装置等メーカー)

透析器機器を提供。

i) 実験での見解

- ・ 過去の自社実験の結果から、実験参加時には何も起きないだろうと安心していましたが、実際に実験結果として他の機器の衝突により機器が転倒する現象がみられ、新たな問題とその対策の必要性を感じた。

ii) 地震対策等に関する見解

- ・ キャスターロックについて、前輪だけにロック機構がついている状況である。過去の自社の単体試験ではロック、フリーとも転倒はみられず、ロックした方が、地震時の移動距離が少ないということと、日常の操作でロックしていないと、画面のタッチなどで動いてしまう等の問題があるため、ロックすることを推奨している。
- ・ 透析監視機器の場合、血液回路の破断が患者の生命の危険に繋がることから、血液回路の破断を防ぐことを重視している。これもロックを推奨する一因である。
- ・ 透析監視機器は、構造上水の回路や、ポンプが機器の下部に配置されるような内部レイアウトとなるので、低重心となり、転倒しにくいと考えている。
- ・ 透析液供給装置については、機器免震が少しずつ普及している状況である。
- ・ 透析監視装置のキャスター部分にセンサを取り付け、機器が移動したら、装置を止めるという仕掛けは用意している。過去に大地震直後には引き合いが増えるが、総じて普及はしていない。
- ・ 機器の安定性を重視し、重心を下に配置するようにした設計としている。

3) 最終成果資料の記載内容

これまで本課題で実施してきたEーディフェンスでの実験結果（H20年度 H22年度実施）、過去の震災からの被害調査（H19年度、H23年度実施）、医療機器メーカー等からの意見をまとめ、病院における震災対策を紹介する最終成果資料を作成した。

ここでは、最終成果資料の記載内容項目（目次）を示し、本文内で最も重要な内容となる「機能ごとの地震被害予測とその対策」で記載される事項及び主な内容を紹介する。

a) 最終成果資料記載内容項目（目次）

1. はじめに
2. 地震被害予測とその対策
 - 1) 病室
 - 2) スタッフステーション
 - 3) ICU
 - 4) 手術室
 - 5) 透析室
 - 6) 撮影室
 - 7) 診察室
 - 8) 検査室
 - 9) 対策方法について
 - 10) 免震構造
3. 過去の被害例

- 1-1. 過去の震災による病院被害の事例
- 1-2. 病院内の機器の被害分類
- 4. おわりに
 - 引用文献リスト、謝辞、照会先、等

b) 主な記載内容

ここでは、最終成果資料において重要な内容となる第2章「機能ごとの地震被害予測とその対策」の内容について記載する。

i) 病室

①地震対策と効果

什器の転倒防止については、キャスターロックやゲルによる固定により一定の効果が見られた。アームによる天井吊り下げ式什器に関しても、揺れ止めの対策が必要である。

②設置された主要機器

患者用ベッド、ベビーベッド、床頭台、ロッカー、液晶テレビ、読書灯、点滴台、オーバーベッドテーブル、病室ドア、椅子



図1 病室実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

患者を取り囲む什器が、患者に向けて倒れたり落ちたりする被害が想定される。また患者を乗せたベッドが動き回る場合、患者に恐怖心を抱かせるだけでなく、患者につながる輸液ラインが破断する危険がある。床頭台等でも、前面のみにキャスターロックがかかるものは移動する可能性がある。



図2 ベッドが大きく移動



図3 ベッド、キャスター機器の移動により壁に損傷



図4 アーム式のテレビモニターが落下



図5 家具ユニットやロッカーが転倒



図6 ドア落下

④対策の方法と課題

ベッド：キャスターロック、点滴はベッドに固定

→ 効果はあるが、強い地震動では浮いて移動し、衝撃によりロックが外れる様子も見られた。

間仕切壁：通常の衝突対策の保護具や兼用の手すりの設置

→ 壁面保護対策に効果あり。機器固定にも利用できる。

オーバーベッドテーブル、床頭台：キャスターロック、バンド固定

→ 什器自体の移動はないが、衝撃で上に載せられた物品が落下する場合がある。

家具ユニット：ゲルやバンドで壁面などに固定。壁固定型ユニットの設置

→ 大きな移動なし、ただし強い揺れではゲルやバンドで壁面などの固定ユニットが引きちぎられて転倒する場合がある。



図 7 点滴はベッドに固定



図 8 ベッドはキャスターロック



図 9 キャスターロック，バンドで固定



図 10 ゲルやバンドで壁面などに固定



図 11 壁固定型ユニット

ii) スタッフステーション

①地震対策と効果

棚等は壁や床に適切に固定することで転倒を防ぐことができる。キャスターをロックすることで什器の走り回る被害を軽減し、引出やトレイの脱落防止具によって散乱系の被害を抑えることが可能である。転がりやすい薬品瓶は、テーブル上でトレイに乗せるなどの対策が考えられる。テーブルの脚をゲルで固定する対策は特に有効であった。

②設置された主要機器

ナーステーブル、混注テーブル、ワゴン、椅子、医療棚、本棚、薬品カート、救急カート、コピー機



図 12 スタッフステーション実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

スタッフステーションは多くのキャスター付什器が密集する空間であり、主な被害は物品の流動・散乱である。キャスター付の什器が走り回る場合には、囲まれたスタッフはステーションを出ることも困難となる。紙を挟んだカルテや、トレイの薬などが散乱して入り混じった場合には、それらの患者の特定も難しくなる。また薬品瓶や医療用廃棄物のコンテナが転倒した場合、周囲にいるスタッフに危険が及ぶ可能性もある。



図 13 ワゴン類の移動



図 14 トレイの落下。ワゴンの転倒



図 15 コピー機の移動



図 16 本棚が移動、カルテや書類の落下・散乱



図 17 薬品瓶が混注テーブルから落下・散乱

④対策の方法と課題

テーブル類：ゲル等で脚部固定

→ テーブル上の薬品や小物類は転倒するが、本体の移動なし。

ワゴン・カート類：キャスターロック → 浮きによる多少の移動のみ。

医療棚：棚の壁・床固定。トレイ脱落防止 → トレイの落下なし。

本棚：棚の壁固定。手前にストッパー、バンド、落下防止シート設置

→ 書籍の落下なし。



図 18 ゲル等で固定、キャスターロック



図 19 キャスターロック



図 20 トレイ脱落防止ストッパー、



図 21 落下防止バンド、シート設置



図 22 バンド、落下防止シート設置

iii) ICU

①地震対策と効果

ベッドの移動防止として、キャスターのロックは有効である。ただしロックしていても滑る場合があることや、シーリングペンダントのアームが振動で回転しやすいことを考えると、患者につながれたラインが破断しないよう十分な配慮が必要である。

新生児の振動による飛び跳ねは、タオルケットをかけることで軽減できる場合もある。窒息防止のために固めのマットに寝かせている場合、地震の衝撃が新生児に伝わりやすくなることにも留意したい。シーリングペンダントの回転については、長年の使用によるブレーキの摩耗の影響も考えられ、動きに適切な硬さを維持できるよう、こまめなメンテナンスを行うことが重要である。

②設置された主要機器

ICUベッド、新生児加温器、未熟児用保育器、人工呼吸器、ICU用ペンダント、モニター台



図 23 ICU実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

病室で観察されたものと同様の被害のほか、シーリングペンダントにしっかりと固定されていないモニターが落下したり、軽量な新生児が振動で揺さぶられたり跳ねたりする様子が見られた。シーリングペンダントは通常時は滑らかに動くのが望ましいが、地震時にはアームが自由に回転して、周囲に被害を与える可能性がある。



図 24 モニターの落下



図 25 シーリングペンダントの回転



図 26 ベッドの移動



図 27 新生児人形の反転



図 28 電源コード外れ

④対策の方法と課題

I C Uベッド、新生児加温器、未熟児用保育器：キャスターロック、バンド等で固定

→ 効果はあるが、大きな地震ではロックが衝撃で外れる様子も見られた。

モニター類：ゲル・バンド等で固定

シーリングペンダント：アームのブレーキ等のこまめなメンテナンス



図 29 ベッドのキャスターロック



図 30 ゲル・バンド等による機器の固定



図 31 バンド等による機器の固定



図 32 アームブレーキのメンテナンス

iv) 手術室

①地震対策と効果

機器の走り回りに対して、キャスターロックやバンドによる固定は有効であった。ただし機器の重心との関係を考慮しないと転倒の原因にもなりうるので注意が必要である。また壁に固定する場合は、清掃のしやすさにも配慮が必要である。機器に関しては、移動防止のためロック機構の必須化、転倒防止のため低重心化が必要である。

天井吊り下げ式の機器に対する地震対策は難しいが、衝撃でアームが回転しないよう、ブレーキのこまめなメンテナンスを心がけたい。

また、ベルトなどによる患者の身体固定は地震時のずり落ち防止に有効であるが、患者によって術式や必要な体位が異なるため、状況に応じて適切な方法を考える必要がある。

②設置された主要機器

无影灯、シーリングペンダント、天井・壁パネル、埋め込み式薬品棚、手術台、自己血回収装置、麻酔器、電気メス、モニターラック&モニター、吸引器、人工心肺、加温器、除細動器、テレメーター、ワゴン、点滴台、壁掛け吸引ビン・酸素湿潤器



図 33 手術室内実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

手術室は、地震時にキャスター付の機器が走り回り、天井吊り下げ式の機器が大きく動いたりするなど、非常に危険な空間となる。特に患者は、①大きく揺れる手術台、②身体上部から下降してくる无影灯、③走り回る機器につながれたライン、という様々な方向からの危険に無防備な状態でさらされることになり、地震対策は必須である。



図 34 手術台の移動



図 35 手術台上の患者ダミーの落下



図 36 薬品棚の扉・棚板が脱落



図 37 キャスター付の機器衝突・転倒



図 38 引き出し飛び出し、内容物が散乱

④対策の方法と課題

手術台：バンドにより患者を固定／底部にアジャスターを設置

→ 効果はあるが、患者固定位置によってはそこを支点として患者の体位が回転してしまうので、患者固定の位置に注意が必要である。

キャスター付機器類：キャスターロック/バンドで壁に固定/底部にアジャスターを設置

→ 効果はあるが、固定位置によっては電気メスや除細動器など重心の高い機器は転倒してしまうので、機器固定の位置に注意が必要である。

カートの引出し：押しボタン式開閉装置

→ 引き出しが飛び出すことなく、有効である。

埋め込み式薬品棚：ガラス戸部分に飛散防止フィルム

→ ガラスの割れ防止には有効である。

手術室壁面：壁面に保護用プレート設置 → 機器の衝突による損傷防止に有効である。

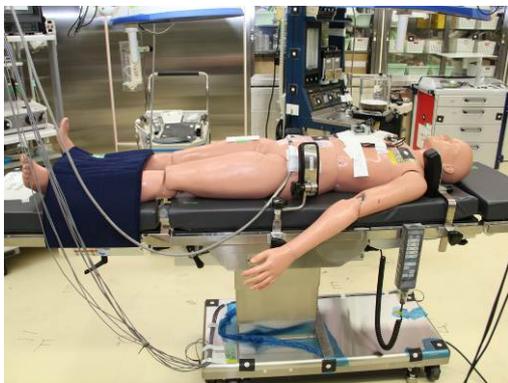


図 39 患者の固定



図 40 キャスターロック



図 41 機器の固定



図 42 バンドで壁に固定



図 43 押しボタン式開閉装置



図 44 壁面保護用プレート
(飛散防止フィルム)

v) 透析室

①地震対策と効果

ベッド、キャスター付床置き型透析装置ともにキャスターロックやバンドで固定する対策には一定の効果が見られた。ただしキャスターロックでも多少の移動はあることから、双方が別の方向に動いたり機器が倒れたりする場合には、双方をつなぐ血液ラインが抜去する危険性はある。

ベッドをキャスターロックしたうえで、ロックをしないキャスター付床置き型透析装置をベッドに連結するという方法も推奨できる。安定した連結方法には検討の余地があるが、連結することでベッドと装置と一緒に揺れるため、血液ラインの抜去も免れることができる。

また、カウンター据え置き型の透析装置では、装置の下部に貼った滑り止めのゲルに効果が見られる。

②設置された主要機器

ベッド、床頭台、キャスター付床置き型透析装置（キャスターロックは前面2ヶ所）、カウンター据え置き型透析装置



図 45 透析室内実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

ベッドと透析装置が別々に移動することで、双方をつなぐ血液ラインが抜去する危険性がある。また透析装置とベッドが複数並んだ空間では、単体の移動のみでなく互いの衝突から起こる被害にも検討が必要である。



図 46 透析装置の移動、転倒



図 47 透析装置がベッド等に衝突により転倒



図 48 透析装置の移動，部品脱落



図 49 カウンター据え置き型の落下

④対策の方法と課題

ベッド：キャスターロック → 効果はあるが、大きな地震では多少の移動が見られた。

床置き型透析装置：キャスターロック／バンド固定、専用治具によるベッドとの固定

→ いずれの対策も効果はあるが、大きな地震では多少の移動が見られた。

カウンター据え置き型透析装置：装置の下部にゲル／バンド固定

→ ほとんど移動せず有効である。



図 50 キャスターロック



図 51 透析装置の専用治具による固定



図 52 透析機器の固定



図 53 機器のゲル・バンドによる固定



図 54 ワゴン類のキャスターロック

vi) 撮影室

①地震対策と効果

高額医療機器には、専用の機器免震装置がある場合には、その使用が有効である。CT や MRI のように患者を乗せるスライドテーブルが付属するものには、通常時の揺れ・移動に対する配慮が必要であり、患者の身体をベルトで固定する方法には効果が見られた。

機器の固定にアジャスターを用いる際には、アジャスターの強度や設置バランスにも注意が必要である。アジャスターを用いず床に置く際、転倒防止のため適切に床等に固定する必要がある。

また CT モニターなどは振動によって落下・破損する恐れがあり、下部に滑り止めのゲ

ルを貼るなどの固定を行うとよい。

②設置された主要機器

高圧酸素治療器、X線一般撮影装置（レール移動式）、CT スキャン



図 55 撮影室内実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

撮影装置寝台等からの患者の落下、高圧酸素治療器内の患者への振動による衝撃には、防止対策に十分な配慮がひつようである。

また重量機器の移動・転倒も、患者および医療従事者へ危険がおよぶ可能性があり、確実な固定対策が必要である。

撮影機器は精密機器であるため、操作卓・モニター・電源等の転倒・損傷、装置の移動などにより使用できなくなる危険性がある。撮影機器は災害医療において必要なため、移動転倒の対策のみではなく、発災後すぐの使用を考慮した対策が重要である。



図 56 レール上での移動、脱線



図 57 CT スキャン等の移動



図 58 操作卓が移動



図 59 重量物の移動、アジャスターの破損

④対策の方法と課題

X線一般撮影装置（レール移動式）：撮影装置をストッパーやバンド等により固定
 → 大きな移動、脱線なし。（機器電源にはアジャスター等の固定対策を行わなかった結果、小さな揺れには問題ないが、大きな揺れの時に移動がみられた。

CTスキャン：アンカーまたは二次元機器免震装置を下部に設置、患者固定ベルト
 → 免震装置は非常に有効である。また患者固定ベルトにより、患者の滑り落ちもなし。（ただし極端に大きな波では免震装置が許容値を超えて衝突し浮きが生じたので、現在、装置の改良を検討する必要がある。）

高圧酸素治療器：アジャスターの使用、および床上フレームへの固定
 → 本体のアジャスターに僅かなずれが生じた。



図 60 バンド等により固定



図 61 ストッパーにより固定



図 62 床にアンカー固定



図 63 機器免震装置の設置



図 64 重量物床直接設置



図 65 床上フレームへの固定

vii) 診察室

①地震対策と効果

什器の転倒・落下防止として、ゲルやバンドは有効な対策である。また本棚の棚板に滑り止めを設ける、引出し類をロック機能付きにするなどの対策も有効と考えられる。

②設置された主要機器

診察デスク、診察台、超音波画像診断装置、整理棚、椅子、かご



図 66 診察室実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

診察室の被害は、基本的に物品の移動や散乱である。特にキャスター付の椅子に腰かけている患者や診察台に寝ている患者は危険であり、揺れが起きた際の患者の動きに留意して対策を行いたい。外来部門は災害医療にも用いられるので、物品が散乱したり情報や動線が混乱しないよう、被災直後でもすぐに部屋が使用できる状況であることが求められる。



図 67 診察デスクの移動



図 68 機器の衝突による壁の破損

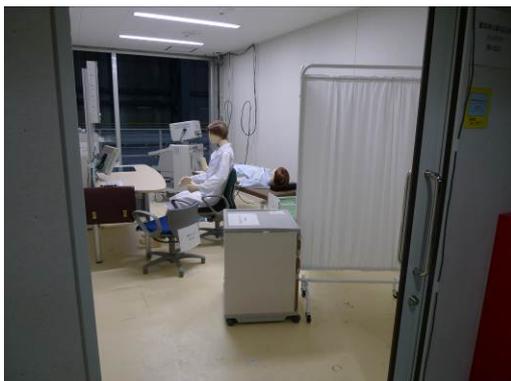


図 69 整理棚が移動



図 70 引出しの飛び出し

④対策の方法と課題

引出しボックス、デスク：バンド、ゲル・バンドで固定

→ 本体の移動はなく、対策は有効である。

診察台、超音波画像診断装置：キャスターロック、バンドによる固定

→ 什器の破損はないが、僅かな移動は見られた。

棚：壁面に固定

→ 移動はなく、対策は有効である。ただし、壁面の下地に適切に固定する必要がある。

壁：手すり衝突ガード等に機器衝突対策

→ 壁の損傷対策に有効である。機器の固定にも利用可能。



図 71 ゲル・バンドで固定



図 72 機器のバンドによる固定



図 73 キャスターロック



図 74 手すり衝突ガード等による機器衝突対策

viii) 検査室

①地震対策と効果

移動や転倒が望ましくない家具には、重量や大きさがあるものでも固定対策を行う。この場合、背の高い家具では、足元だけをアンカーなどで固定しても振動時に抜けてしまう恐れもあり、固定位置にはバランスを考える必要がある。

薬品瓶等は転倒防止策を行っても万全とは言い難く、危険なものに関しては転倒や落下の可能性のない場所に保管しておくことが重要である。

免震床化により被害の軽減は可能であるが、機器の床固定が容易でなかったり、床面積が有効に活用できなくなったりするため、建物全体を免震構造としておくことが望ましい。

②設置された主要機器

ヒュームフード、壁面実験台



図 75 検査室実験時状況

③対策を行わない場合の被害状況

重量のある実験台でも、垂直方向の振動が加わった場合には浮き上がって移動や転倒が発生してしまう。実験台の床面への固定は転倒防止に有効であるが、机上の薬品や実験器具が散乱する可能性が高い。一方で固定せずにヒュームフード等が移動・転倒した場合、ダクトなどの破断により危険な液体や気体が周囲に漏れ出る可能性もあり、対策が必要である。



図 76 重量物の移動



図 77 ダクト周辺天井の破損



図 78 薬品瓶などが転落、散乱



図 79 薬品瓶の転落、破損

④対策の方法と課題

壁面実験台：床面へのアンカー固定 → 実験台は移動せず、対策は有効である。

薬品類：棚の前面にバーをつける

→ ある程度の効果は見られたが、大きな揺れでは薬品瓶がバーを飛び越して落下してしまう。

部屋全体：部屋を免震床化することにより、被害の軽減効果はみられる。



図 80 床面アンカー固定



図 81 重量物のアンカー固定



図 82 棚の前面にバー設置



図 83 アンカー固定

ix) 対策方法について

①地震対策と効果

地震用の対策品は、多く市販されている。多くの製品は、ある程度の地震動に対して地震対策として有効に働く。ただし、これらの製品は、誤った取付方法や使用方法をした場合、地震対策としてまったく機能しない場合もあるので、適切な取付方法で確実に取り付けることが重要である。なお、中には性能が疑わしいものがあるので、十分に注意が必要である。以下に、主な機器についての対策方法や対策例を示す。

キャスター付き機器に関しては、ロック機能が付いているもの機器を用い、確実なロックとともに転倒、移動防止対策を施す必要がある。以下に地震対策品やそれらを用いた対策の具体例を示す。

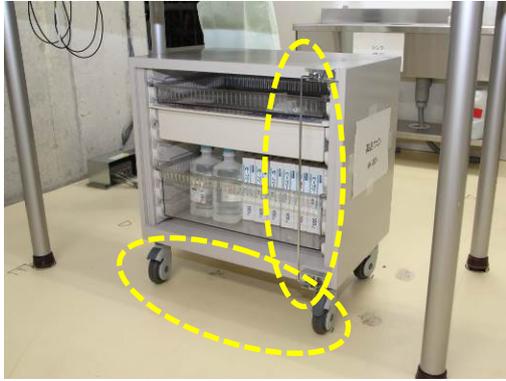


図 84 ロック機構や引出飛び出し対策



図 85 ベッドとの連結具

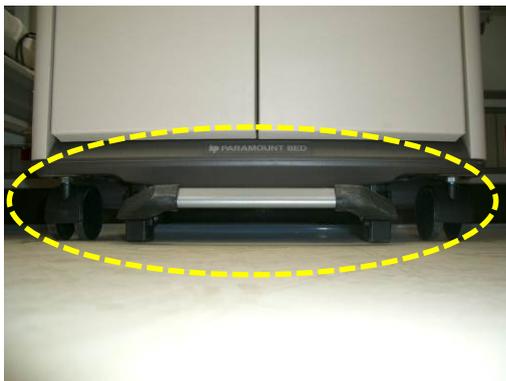


図 86 足踏みロック機構の追加



図 87 足踏みロック機構の追加



図 88 フェールセーフロック機構の追加

耐震用ゲルマットは、床や机上の機器の固定に有効である。取付方法は比較的簡単であるが、取り付け面の状態を十分に確認し確実に取り付けること。

また、耐震ゲルを応用した対策品は、棚等を床面に固定することができる。ただし、取り付け面に壁紙等がある場合は有効に働かないので注意する必要がある。



図 89 キャスター固定用 ゲルストッパー

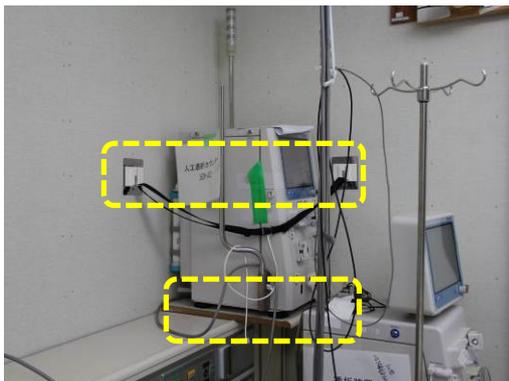


図 90 ゲルでの固定



図 91 転落移動に備え、バンドで壁などに固定



図 92 耐震用ゲルマット



図 93 ゲル付き機器固定具



図 94 ゲル付属 L 金物



図 95 ゲル固定具つき固定ベルト

脱着可能なバックルは、機器の固定脱着が容易である。そのため普段移動させる機器の固定に有効である。重量のある機器の固定には、バンドおよびバックルの強度に十分注意する必要がある。



図 96 機器固定用バンド、固定用バックル

壁に機器を固定する場合、壁面に取付用フックを用いれば、機器をバンド等で固定する場合に、脱着も比較的容易でまた地震の対策として有効である。重量のある機器の固定には、バンドおよびバックルの強度に十分注意する必要がある。また取り付ける壁がボードの場合は、下地の金物に確実に取り付けないと有効に機能しない。



図 97 壁取付用フック

収容棚などの対策の対策に関しては、地震対策機能が備わった収容棚等を用いて、収容部物の散乱等を防ぐ。



図 98 飛散防止フィルム，ラッチ付き引出



図 99 落下防止バー

精密機器等の対策に関しては、振動を嫌う高価な医療機器は、機器免震等の対策装置を用いて地震対策を行う。



図 100 機器免震



図 101 機器免震

機器の衝突対策に関しては、建築物に緩衝用の器具を設置し、キャスター付き機器が、壁

に衝突し壁を損傷させることを防ぐ。



図 102 緩衝器具の設置



図 103 壁保護板（ステンレス版等）の設置

以上に利用者が実施できる地震対策を示しているが、機器を製作するメーカーに対しては、以下のような事項を地震対策として提言する。

- ・キャスター付き機器におけるロック機構の設置
- ・地震被害の低減を考慮した機器の設計
- ・機器の固定具設置の容易化
- ・固定具の脱着の容易化
- ・機器の低重心化
- ・地震対策の徹底のための注意喚起
- ・地震被害の想定

これらの対策により、病院内の地震被害は大きく低減できるものと推定される。

x) 免震構造の場合

免震構造については、実験結果を全て説明するのではなく、免震構造の有効性を述べるだけでなく、弱点（特に、長周期地震動においてキャスター機器が走り回ることによる被害など）があることを示し、地震対策の必要性を促す記述とする。

なお、免震構造、長周期地震動について説明するコラムを設ける。

以上の内容を、「病院スタッフのための地震対策ハンドブック-あなたの病院機能を守るための身近な対策-」というタイトルを持つ冊子として取り纏めた。そのレイアウトの一例を図 103 に示す。

平成 20、22 年度に E-ディフェンスで実施した実験時の映像を活用し、地震対策の効果を確認できる DVD を作成した。



図 103 ハンドブック内容の一例

4) 最終成果資料の普及

最終成果資料及び DVD の普及については、関連機関への配布、WEB による公開を行う予定である。配布にあたっては、関連の医療系機関・協会をはじめ、自治体・地方公共団体などを通して行う予定である。また、建築学会などで研究成果などを発表した。

(c) 結論ならびに今後の課題

本研究の成果物であるガイドライン（最終成果資料）作成のため、各関係機関の有識者の協力のもと情報収集を行うとともに、平成 19 年度から実施してきた研究成果より最終成果物を作成した。最終成果資料の方向性、有効性、妥当性、記載内容について、関係機関での有識者等で構成される委員会などで議論し、最終成果資料での記載内容等を確定させた。これらの重要施設（特に医療施設）における地震対策を、病院職員、建設技術者や医療機器・什器メーカー等が利用しやすく、また、一般国民の地震対策の参考となる資料を最終成果資料としてとりまとめた。あわせて、実験映像をとりまとめ、地震対策の効果を確認できる DVD を作成した。

作成した最終成果資料及び DVD は、医療施設職員、建設技術者、医療機器・什器メーカーをはじめ広く国民にホームページ等を通じて公開し、さらに、今後も含め関連機関および関連団体等に協力依頼し、本最終成果資料の普及を図ることとする。

(d) 引用文献

特になし

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別

震災時における医療施設の機能確保に関する研究:実物大建物振動実験の報告	小菅瑠香, 小林健一, 笥淳夫, 佐藤栄児, 井上貴仁, 鎌田崇義	保健医療科学	2011.02	
震災時における医療施設の機能保持性能の実証実験	佐藤栄児	日本臨床工学技士会誌	2011.04	
医療施設の機能保持性能向上のための震動台実験の概要 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発(その21)－	井上貴仁, 佐藤栄児, 酒井久伸, 福山國夫, 中島正愛, 古川幸, 小林健一, 小菅瑠香, 笥淳夫	平成23年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会	2011.09	国内
医療施設の機能保持性能向上のための震動台実験結果の概要 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発(その22)－	佐藤栄児, 酒井久伸, 井上貴仁, 福山國夫, 古川幸, 中島正愛, 小林健一, 小菅瑠香, 笥淳夫	平成23年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会	2011.09	国内
免震試験体の鉛直床応答特性 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発(その23)－	古川幸, 佐藤栄児, 酒井久伸, 石運東, 福山國夫, 井上貴仁, 中島正愛	平成23年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会	2011.09	国内
地震災害時における情報通信設備の機能保持性能向上のための震動台実験結果 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発(その24)－	酒井久伸, 佐藤栄児, 井上貴仁, 中島正愛, 小林健一, 小菅瑠香, 笥淳夫, 鎌田崇義	平成23年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会	2011.09	国内
機能保持性能向上を目指した水平2次元免震床の実大実験	洞宏一, 佐藤栄児, 酒井久伸, 福山國	平成23年度 日本建築学会大会(関東) 学術講演会	2011.09	国内

震災時における建物の機能保持に関する研究開発 その25	夫, 中島正愛, 古川幸, 小林健一, 笕淳夫			
ORにおける3次元振動台実験と震災後の状況について-手術台メーカーの立場より-	富永剛, 小林敬一郎, 嶋田勝斗, 小尾卓也, 増渕智哉 (瑞穂医科工業), 佐藤栄児	日本手術看護学会誌	2011.10	

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
Full-scale shaking table test for examination of safety and functionality of base-isolated medical facilities	Eiji Sato, Sachi Furukawa, Atsuo Kakehi, Masayoshi Nakashima	EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS	2011	国際

(f) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし