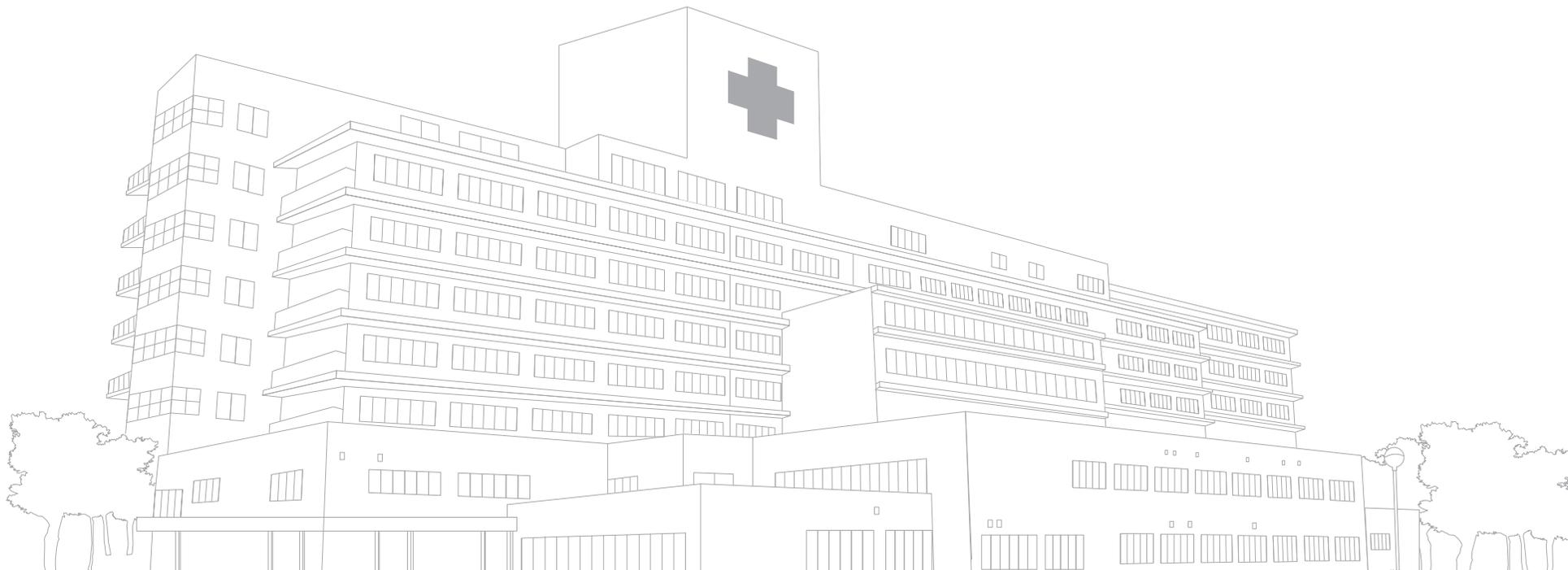


<http://www.bosai.go.jp/>

あなたの病院機能を守るための身近な対策

病院スタッフのための 地震対策ハンドブック



はじめに

将来起こり得る地震被害に備えて、このままではどうなるか、それを回避するためには今何をすべきで、どう具体的な行動をすべきかの答えを探る手助けとなるのが、本ハンドブックです。

病院スタッフ、病院管理者、および病院設計者などの皆さんを対象に、大地震に襲われた時に施設利用者の身を守り、さらには医療提供施設としての機能を保持するための方策を実物大の震動台実験から明らかにしました。

また、地震による被害を容易に想像できるような資料としてありますので、医療機器・什器メーカーなどがこれまであまり考えてこなかった地震対策について新たに考えていただくための参考資料にも成り得ると考えています。

加えて、本ハンドブックとともに、大型震動台(E-ディフェンス)で実施した世界初の病院の震動台実験の動画データから、地震対策の必要性と対策方法とその効果を理解していただくためのDVDもまとめました。これらが将来の大地震から病院を守る手助けになればと願っています。

地震から病院を守るための特効薬、劇的な治療法などはありません。本ハンドブックより、今、地震が襲来した時、自分の病院はどうなるか、それを回避するための方策を考える。考え出した方策を実現する。実現した方策を継続する。常に地震に襲われる可能性があることを意識しておく。といった事項を確認することが、病院を地震から守るための答えになると思います。

病院における地震対策の3つの目的

病院スタッフの安全を確保
患者の安全を確保
震災後すぐに使える

病院の地震対策5つの原則

動かさないものは固定する
動くものは簡単に固定できるようにする
落ちにくい工夫をする
安定した形状・バランスにする
キャストは原則固定する

目次

2	はじめに
3	目次
	 耐震構造 予想される被害とその対策
4	 病室
8	 スタッフステーション
12	 ICU
16	 手術室
20	 透析室
24	 画像診断室
28	 診察室
32	 検査室
36	 免震構造 [Column 1] 免震構造とは? [Column 2] 長周期地震動とは?
40	身近な地震対策の事例
44	過去の地震被害例
46	実験紹介
47	おわりに





予測される被害とその対策



病室

病室は、ベッドや家具・什器も多く、さらに建物上層階に位置することが多いので、地震時に他の部門よりも大きな揺れが発生し、ベッドの移動、家具の転倒などさまざまな被害が発生します。

家具・什器の転倒防止については、キャスターロックや粘着マットによる固定により一定の効果が見られました。また、点滴台の適切な固定も必要です。

加振後



設置された主要機器

- | | |
|---------|-------------|
| 患者用ベッド | 読書灯 |
| ベビーベッド | 点滴台 |
| 床頭台 | オーバーベッドテーブル |
| ロッカー | 病室ドア |
| テレビモニター | 椅子 |

加振前



対策を行わない場合の被害事例

事例
1

患者を乗せたまま動き回るベッド

患者を乗せたベッドが動き回り、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ります。床頭台などでも、固定が不適切だと移動・転倒する可能性があります。



患者を乗せたベッドが大きく移動



点滴台とベッドが別々に移動



ベッド、キャスター機器の移動により壁が損傷

事例
2

周囲の家具・什器が落下・転倒

患者を取り囲む什器類が、患者に向けて倒れたり落ちたりする被害の可能性があります。



病室の扉が開閉・脱落



モニター類などの落下、物品の散乱



患者の顔付近にアーム式テレビモニターの降下



家具ユニットやロッカーが転倒

対策の方法と注意点

オーバーベッドテーブル・床頭台

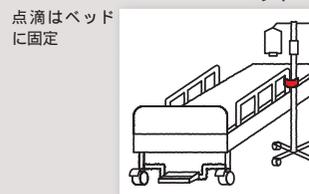


キャスターロック

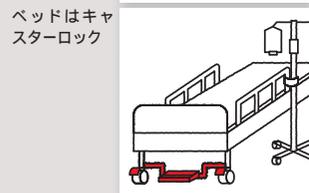


壁面などにベルト(バックル付き)などで固定

ベッド



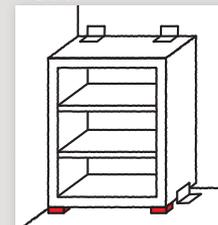
点滴はベッドに固定



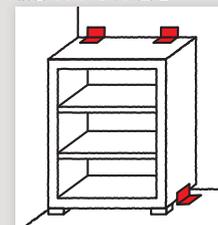
ベッドはキャスターロック



家具ユニット

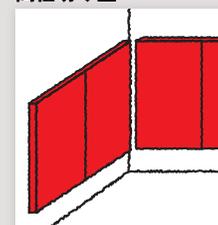


粘着マットで床に固定



床アンカーや金物で床・壁面などに固定。据え付け型家具の採用

間仕切り壁



衝突対策の保護具の設置

被害の軽減策

- ベッドのキャスターを4点でロックする
- ワゴン類はキャスターをロックする
- 機器のキャスターはロック機能があるものを使用する
- 家具・什器類は十分な強度のある壁や床に、適切な固定具でバランスよく留める
- 点滴台はベッドなどに固定し、患者と離れないようにする
- 不安定な機器は用いない
- 家具の上部に物を置かない
- モニター類には転落防止策を施す
- 壁に機器の衝突対策を施す
- ガラス戸に飛散防止フィルムを施す

()

一口メモ

病室では機器・什器を含めた室内全体の環境設定が十分でないので、患者の周りの機器とベッドが異なる揺れ方をすることがあり、これによってラインが外れる危険性があります。振動時の総合的安全対策のために、機器・什器メーカー間の連携対策が望まれます。

ベビーベッドにはロック機構のないキャスター付き製品が多く普及しています。新生児に伝わる振動の衝撃やベッドの転倒を考慮すると、キャスターロックの是非は判断が難しく、今後も対策の検討が必要です。

病室



スタッフ ステーション

スタッフステーションは多くのキャスター付き什器が密集する空間であり、主な被害は物品の散乱です。

棚などは、壁や床に適切に固定することで転倒を防ぐことができます。また、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、引き出しやトレイの脱落防止具によって散乱する被害を抑えることが可能です。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ます。

今回の実験では特に、テーブルの脚を粘着マットで固定する対策が有効でした。

対策を行わない場合の被害事例

事例 1 什器が移動し 転倒する

キャスター付きの什器が走り回ると、医療従事者に危害を加えます。



キャスター付きのワゴンやカートが大きく移動



コピー機やナーステーブルなどの重量物も衝撃で移動

事例 2 コンテナが転倒し 薬や診療材料が落下

薬や診療材料の入ったコンテナが転倒し、スタッフステーション内に散乱します。



薬や診療材料が混注テーブルから落下・散乱



薬のトレイがワゴンから飛び出して落下。バランスが悪くなったワゴン自体も転倒

事例 3 カルテやパソコンが散乱・落下し、 患者情報の把握が困難に

カルテやパソコンが棚や机から落下して、震災直後に必要な患者の情報を得にくくなります。



カルテや書類などが落下・散乱

加振後



加振前



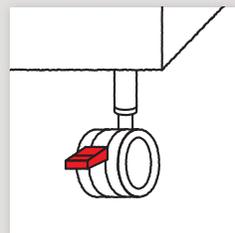
設置された主要機器

- 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

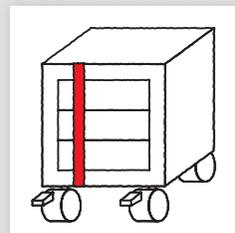


対策の方法と注意点

ワゴン・カート類

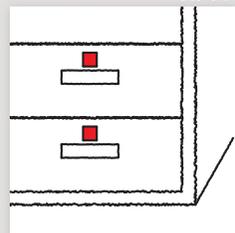


ワゴンやカート類はキャスターをロック



引出し飛び出し防止

引出し



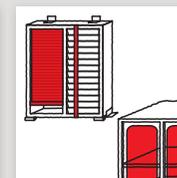
押しボタン式ロック解除引出し



医療棚



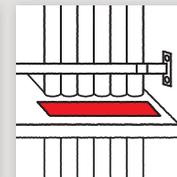
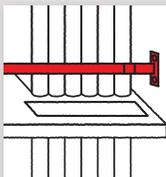
アンカーや金物や粘着マットで床・壁面などに固定



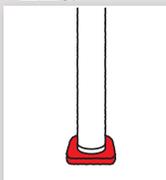
ストッパーによる戸の開放対策。ガラス戸の落下によるガラス飛散対策

本棚

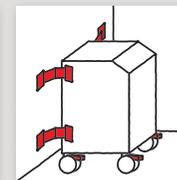
本棚の書籍類はベルト、落下防止シートを設置



重量物



テーブルなどの重量物は、脚部を粘着マットで固定



チェーンまたはバンドを使って背面上部と下部を壁に固定。アンカーボルトやキャスター固定部材を使って床面に固定

被害の軽減策

ワゴン類はキャスターをロックする

機器のキャスターはロック機能があるものを使用する

家具・什器類は十分な強度のある壁や床に、適切な固定具でバランスよく留める

家具の上部に物を置かない

テーブルの脚などを固定する

モニター類には転落防止策を施す

棚の引出しは脱着防止やロック機能のあるものを用いる

棚の書籍や薬品には落下防止策を施す

ガラス戸に飛散防止フィルムを施す

()

一口メモ

家具を固定するには、床と壁の両方で固定するのがいいでしょう。床にアンカーで固定する場合でも、アンカーが抜けにくい固定位置と強度の配慮が必要です。間仕切り壁に固定する場合は必ず下地の金物に固定することが重要です。また、二重床の場合は固定に注意が必要です。

地震時以外でも、什器が滑らないことは安全上有効です。キャスターをロックするという習慣は、普段から身につけておくといでしょう。棚の上に物を置かないようにしましょう。

スタッフステーション



ICU

ICUは患者と医療機器をつなぐラインが多く存在する場合があります、地震により患者を乗せたベッドとそれらの医療機器が別々に動くことでラインが外れる危険性があります。ベッドを中心に地震対策を考える必要があります。

ベッドの移動防止として、キャスターのロックは有効です。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す。

振動による新生児の飛び跳ねは、タオルケットをかけることで軽減できる場合もあります。窒息防止のために硬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なければなりません。

シーリングペンダントのアームの回転については、長年の使用によるブレーキの摩耗の影響も考えられます。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す。

加振後



加振前



設置された主要機器

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

対策を行わない場合の被害事例

事例
1

固定していないモニターが落下

病室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ます。地震時にはアームが回転して、周囲に被害を与える可能性があります。



衝撃によってモニターが落下



シーリングペンダントのアームのブレーキが弱くなり、地震の揺れで回転

事例
2

振動で跳ねる新生児

NICU機器は高いところに装置が配置されている場合があります、地震の揺れで大きく揺れることがあります。軽量の新生児が、振動で揺さぶられたり跳ねたりすることがあります。



保育器が大きく移動



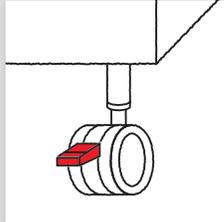
新生児人形（平均体重程度のもの）が振動によりシーツの上で跳ね、うつぶせ姿勢に反転



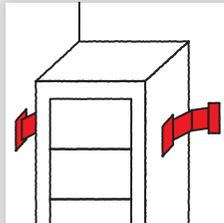
ICU

対策の方法と注意点

ICUベッド・新生児加温器
・未熟児用保育器

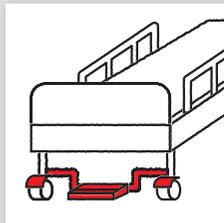


キャスターロック



ベルトなどで固定

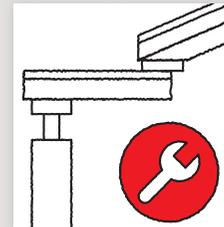
ベッド・機器類



ベッドのキャスターロック、粘着マット・ベルトなどによる機器の固定

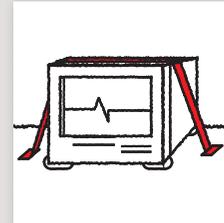


シーリングペンダント



アームのブレーキなどのこまめなメンテナンス

モニター類



粘着マット・ベルトなどで固定

被害の軽減策 ✓

- ベッドのキャスターを4点でロックする
- ワゴン類はキャスターをロックする
- 機器のキャスターはロック機能があるものを使用する
- 使用しない機器は置かない
- モニター類には転落防止策を施す
- 壁に機器の衝突対策を施す
- 天吊式のアーム類のこまめなメンテナンスを行う
- 電源コードの抜け防止策を施す

()

一口メモ

重心の高い機器はキャスターをロックすると転倒の可能性が上がりますので、合わせて機器の低重心化が必要です。例えば、保育器のキャスター直上あたりに非常用バッテリーを積むなどし、低重心化を図るなどが考えられます。

シーリングペンダントは、通常時ブレーキがかかっているものは、地震の揺れで回転を防ぐのに有効です。



手術室

手術室は、手術台を中心に術式にあわせ、多くの機器が配置され、これらの機器を手術中に移動させることが多く、地震対策のために固定することは困難な場合があります。

機器の走り回りに対して、キャスターロックやベルトによる固定は有効でした。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す。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欠かせません。

また、手術に使用しない機器は、室内に置かないことを徹底させ、どうしても置く必要がある場合は、適切に固定する必要があります。

無影灯などの天吊式機器に対する地震対策は困難ですが、地震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ましょう。

また、手術の安全性確保のために手術台への患者の固定は、地震時においても患者のずり落ち防止に有効です。固定できる場合は固定したほうが望ましいでしょう。



加振後



加振前

設置された主要機器

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

対策を行わない場合の被害事例

事例 1 無防備なままの患者が危険な目に

患者は、大きく揺れる手術台、下降してくる无影灯、走り回る機器につながれたライン、というさまざま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ます。



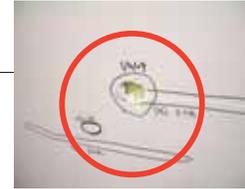
手術台上の成人患者人形（平均体重程度のもの）が落下



手術台が激しく揺れ、无影灯のアームが回転して患者近くまで降下。患者からラインの抜去も見られた

事例 2 キャスター付き機器が激しく移動

手術室は地震時にキャスター付きの機器が走り回り、コンセントやラインが抜けるなど非常に危険な空間となります。



機器の走り回りによる衝突により、手術室壁が損傷



キャスター付きの機器が衝突し、転倒・落下

事例 3 引出しが抜け落ち、内容物が散乱

埋め込み式戸棚の扉や棚板が脱落し、中の診療材料や医療機器が散乱しました。

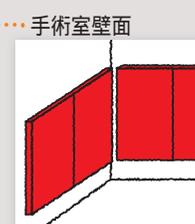
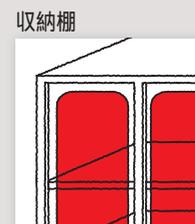
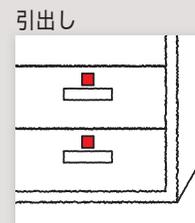
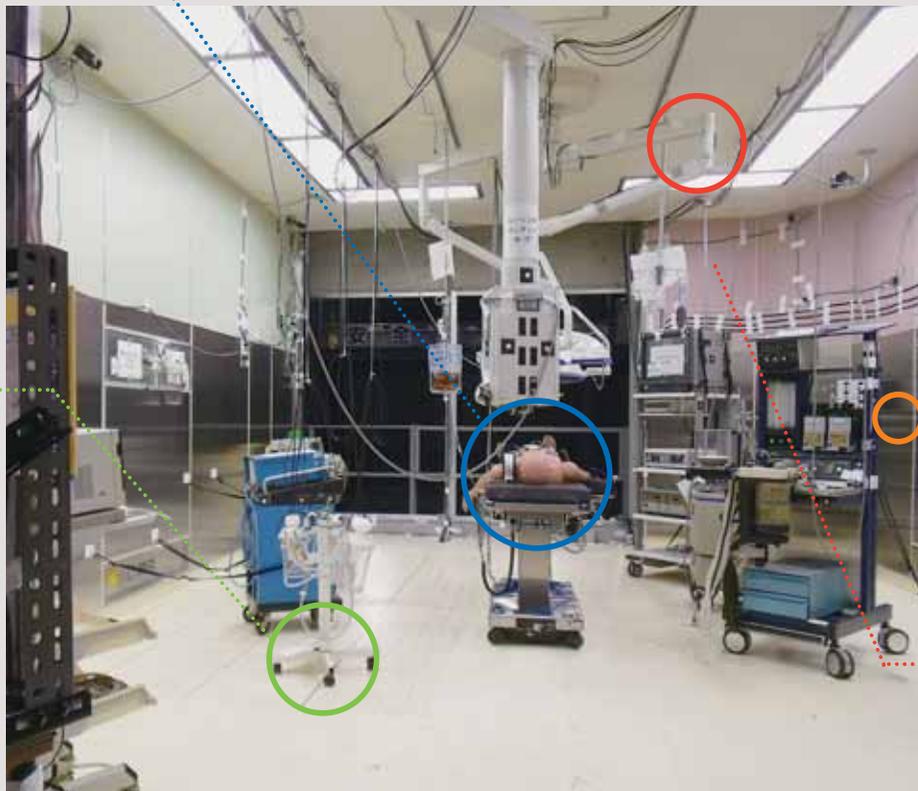
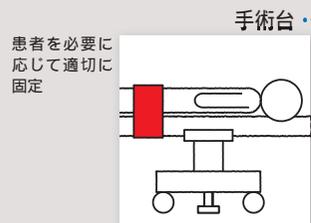


埋め込み式戸棚の扉・棚板が脱落し、中身が散乱



壁面やカートの引出しが抜け落ち内容物が散乱

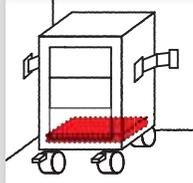
対策の方法と注意点



被害の軽減策

- ワゴン類はキャスターをロックする
- 機器のキャスターはロック機能があるものを使用する
- 不安定な機器は用いない
- 使用しない機器は置かない
- 患者が振動で台から滑り落ちないように対策を施す
- モニター類には転落防止策を施す
- 棚の引出しは脱落防止やロック機能のあるものを用いる
- 壁に機器の衝突対策を施す
- ガラス戸に飛散防止フィルムを施す
- 天吊式のアーム類のこまめなメンテナンスを行う
- 電源コードの抜け防止策を施す

キャスター付き機器類



一口メモ

天井からぶら下げる輸液や点滴が地震の影響で大きくふれまわります。そのため、患者からラインが抜け落ちる危険があり、地震対策として何らかの方策を考える必要があります。

手術室の機器には重心の高いものが多いので、下部に必要な機材を置いたり、重りを設置したりし、低重心化することも必要です。

手術室



透析室

透析室は、患者と透析装置が長時間、ラインでつながれていますので、地震時に患者と装置が離れてしまうことを防ぐ必要があります。

ベッド、キャスター付き床置き型透析装置ともにキャスターロックやベルトで固定する対策には一定の効果が見られました。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、双方をつなぐラインが抜去する危険性があります。

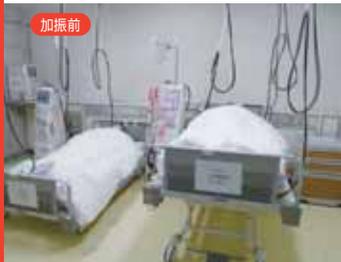
ベッドをキャスターロックしたうえで、キャスター付き床置き型透析装置をベッドに連結するという方法が有効です。安定した連結方法には検討の余地がありますが、連結することでベッドと装置と一緒に揺れるため、ラインの抜去も免れることができます。

またカウンター据え置き型の透析装置は、カウンターにしっかりと固定することが重要で、装置の下部に地震対策用の粘着マットを用いることも効果的です。

加振後



加振前



設置された主要機器

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

対策を行わない場合の被害事例

事例
1

透析装置の転倒

透析監視装置とベッドが複数並んだ空間では、互いの衝突で装置が転倒することがあります。



透析装置が大きく移動し、転倒
(キャスター付き床置き型)



キャスター付き床置き型透析装置
がベッドなどに衝突し転倒(ベッド
と装置が密集している場合)

事例
2

透析装置の移動

ベッドと透析装置が別々に移動することで、双方をつなぐラインが抜去する危険性があります。



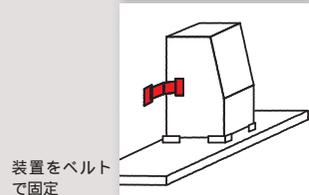
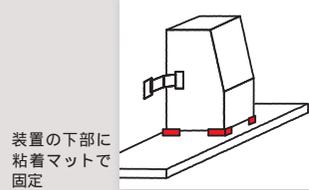
透析装置が大きく移動
(カウンター据え置き型)



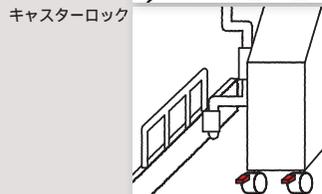
透析室

対策の方法と注意点

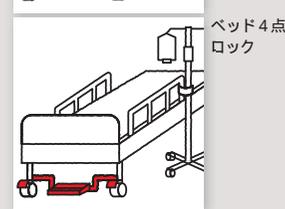
カウンター据え置き型透析装置



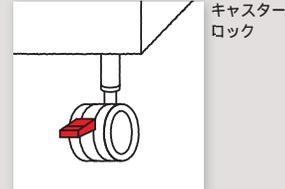
床置き型透析装置



ベッド



ワゴン類



被害の軽減策

- ベッドのキャスターを4点でロックする
- 機器のキャスターはロック機能があるものを使用する
- 不安定な機器は用いない
- モニター類には転落防止策を施す
- 電源コードの抜け防止策を施す
- キャスター付きの透析装置は、ベッドに適切に固定する
- キャスター付きの透析装置は、キャスターをロックする
- 置き型の透析装置は壁・床などにしっかり固定する

一口メモ

キャスターロックにより透析装置の転倒および移動防止を確認できましたが、実際にはキャスターをかけない方法を推奨する意見もあり、透析機器の地震対策においてキャスターロックの効果は賛否両論があります。しかし、患者と透析装置が離れてしまうことは必ず防ぐ必要がありますし、日常の利用において機器操作時や患者がつかまった

時に動いてしまわないよう、キャスターをロックしておくことが望ましいでしょう。東日本大震災でも、地震時に移動する装置をとっさにおさえる患者の行動が見られましたが、これは機器の移動の不安によるものです。透析装置は床置きでも重心が低いいため転倒しにくいのですが、転倒には十分注意し適切に固定することが必要です。

透析室



画像診断室

撮影室には、災害医療に必要となる精密で高額で重量のある医療機器が多く設置されています。CTやMRIなどは、患者を乗せる台と撮影部を床にアンカーなどで適切に固定し、患者の乗った台と撮影部がずれないように対策をとる必要があります。

撮影装置の可動部分は、移動しないようストッパーをかける習慣が必要です。

またモニター類などは振動によって落下・破損する恐れがあるので、粘着マットを利用するとよいでしょう。

対策を行わない場合の被害事例

事例 1 重量機器が移動・転倒して患者に危害

重量機器が移動・転倒すると、患者および医療従事者へ危険を及ぼす可能性があります。



寝台と撮影部が移動すると患者に危害が加わる

事例 2 撮影装置などが移動して利用不可

撮影装置は精密機器です。本体・操作卓・モニター・電源などの移動・損傷により使用できなくなる可能性があります。



レール式の一般撮影装置がレールから脱線



CTスキャンなどの重量物でも床や壁にアンカー固定されていないと移動



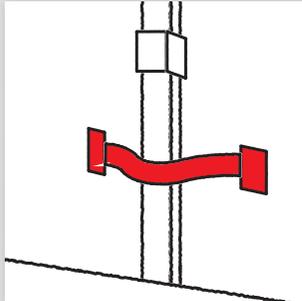
設置された主要機器

- CTスキャン
- X線一般撮影装置 (レール移動式)



対策の方法と注意点

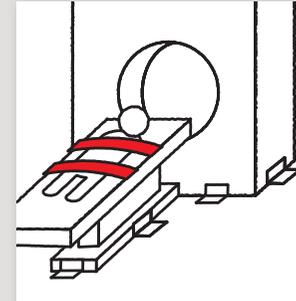
X線一般撮影装置(レール移動式)



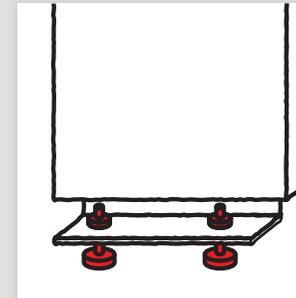
付属のストッパー、もしくはベルトなどで固定



CTスキャン



患者をベルトなどで固定



アンカーにより、寝台、撮影部を床に固定

被害の軽減策

家具・什器類は十分な強度のある壁や床に、適切な固定具でバランスよく留める

使用しない機器は置かない

モニター類には転落防止策を施す

患者が振動で台から滑り落ちないように対策を施す

重量機器の固定には、十分な強度の固定具を用いる

レール移動式などの撮影装置は、使用しないときはロックする

()

一口メモ

過去の大きな震災でも、天吊式の機器がレールから脱落し損傷した被害や、重量機器が移動しすぐに使用できない被害も発生しています。撮影装置をアンカーで固定していても、地震動で抜けてしまった被害も多く報告されています。ア

ンカーを用いる場合には強度に十分注意する必要があります。撮影装置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す。

画像診断室



診察室

診察室には、狭い空間に多くの機器・什器があり、それらの移動・転倒による危害・混乱に注意する必要があります。

機器・什器の転倒・落下防止として、粘着マットやベルトは有効な対策です。また、引出し類をロック機能付きにするなどの対策も有効です。

地震発生後に診察室で災害医療を行うことを想定していても、室内の混乱により、すぐに使用できない恐れがあります。

対策を行わない場合の被害事例

事例
1

診察室の混乱

診察室の被害は、基本的に物品の移動や散乱です。診察デスク、診察台、整理棚などが移動し、机上の情報端末が落下するなど、混乱した状況になり、患者や医療従事者に思わぬ危害を与えることが想定されます。



診察デスクや超音波画像診断装置（比較的重量のある医療機器）が移動。診察台の患者も大きく移動した



機器の衝突による壁の破損



整理棚が移動



引出しが開いたり、本棚から書籍が落下したりして、内容物が散乱



モニター類などの落下、物品の散乱



棚内の物品の落下・散乱



設置された主要機器

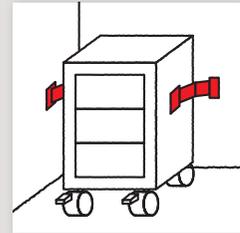
- 診察デスク
- 診察台
- 超音波画像診断装置
- 整理棚
- 椅子
- かご

対策の方法と注意点

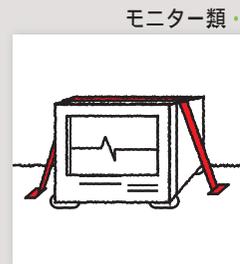


超音波画像診断装置

キャスターロック



ベルトによる固定



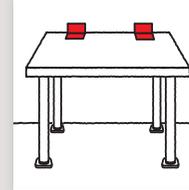
モニター類

粘着マット・ベルトなどで固定

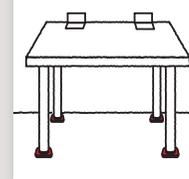


診察台、診察デスク

金具で固定

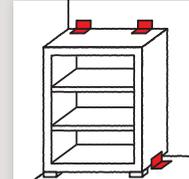


粘着マットで固定

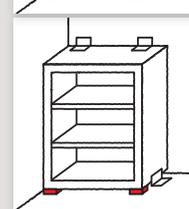


棚

金具で床・壁面に固定



粘着マットで床・壁面に固定



被害の軽減策 ✓

ワゴン類はキャスターをロックする

機器のキャスターはロック機能があるものを使用する

家具・什器類は十分な強度のある壁や床に、適切な固定具でバランスよく留める

家具の上部に物を置かない

モニター類には転落防止策を施す

棚の引出しは脱落防止やロック機能のあるものを用いる

()

一口メモ

診察室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ます。

診察室のみならず、隣接した作業廊下には細々とした物が多く置かれているので、発災後、散乱により動線がふさがれることも含めて混乱することが想定されます。

診察室



検査室

検査室には、さまざまな機器・什器や、尿・血液などの検体があります。

重量や大きさがある機器・什器でも移動、転倒することが考えられるので、適切な固定対策を行う必要があります。特に給排水やガスを接続している場合に、これらが移動すると、災害医療に必要な検査を行うことが困難となります。また、検体が落下・散乱することにより、検査室に混乱をきたします。

試薬など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す。

対策を行わない場合の被害事例

事例 1 検体や試薬が落下・破損

地震の揺れで検査台や棚の中の検体や試薬が、落下・破損・散乱することにより、検査室が混乱して、発災後すぐに検査を行うことができなくなります。



薬品瓶などが転落、破損、散乱

事例 2 機器・什器が移動

重量のある検査台でも、大きな振動が加わった場合には移動してしまいます。



実験台の移動と物品の散乱



350 ~ 400kgの重量のあるヒュームフードや実験台が、地震の衝撃で移動

加振後



加振前

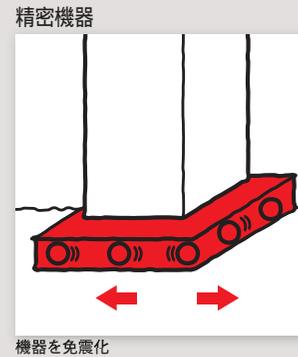
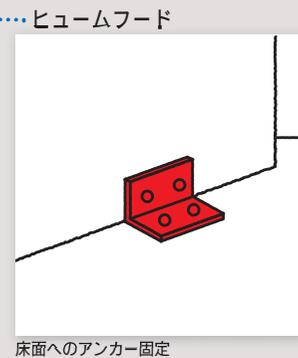
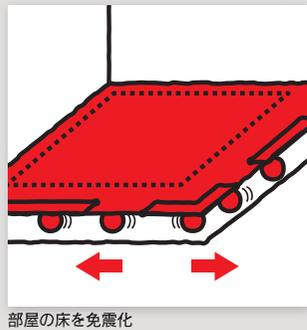
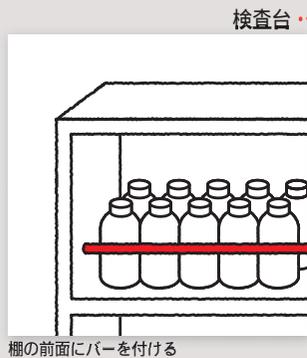


設置された主要機器

ヒュームフード
壁面検査台



対策の方法と注意点



被害の軽減策 ✓

- 機器・什器類は十分な強度のある壁や床に、適切な固定具でバランスよく留める
 - 什器の上部に物を置かない
 - テーブルの足などを固定する
 - モニター類には転落防止策を施す
 - 棚の引出しは脱落防止やロック機能のあるものを用いる
 - 棚の書籍や薬品には落下防止策を施す
 - ガラス戸に飛散防止フィルムを施す
- ()

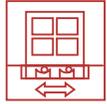
一口メモ

検査室の高価な分析機器が大量に床に落ちて使用不可能となり、業務がしばらく停止する恐れがあります。

検査室は一般的に二重床となっていることが多いので、比較的床を免震化しやすい室です。

検査室

免震構造



この20年ほどの間に、病院では地震の揺れが建物に伝わりにくくするよう、免震構造を採用する事例が増えています。確かに免震構造は、地震から建物内にいる人のみではなく建物そのものや内部の機能を守るのに最も有効な地震対策の1つです。しかし.....

うちの病院は免震構造だから、地震対策をとらなくても大丈夫!.....???

だからといって内部の家具、什器、機器類の対策が不要というわけではありません。

長周期地震動では、免震建物が共振し、ゆっくり大きく揺れることがあります。そのため、ロックのされていないキャスター付き機器が想像以上に大きく室内を走り回ることがあります。走り出したキャスター付き機器はなかなか止まりません。固定していない家具類のうち不安定なものは移動、転倒する恐れがあります。天井などから吊り下げられているもの(無影灯、シーリングペンダント、点滴、サインボード、照明)は大きく揺れることがあります。

免震建物が長周期地震動を受けると.....

免震建物が長周期地震動を受けた時の被害実験状況です。

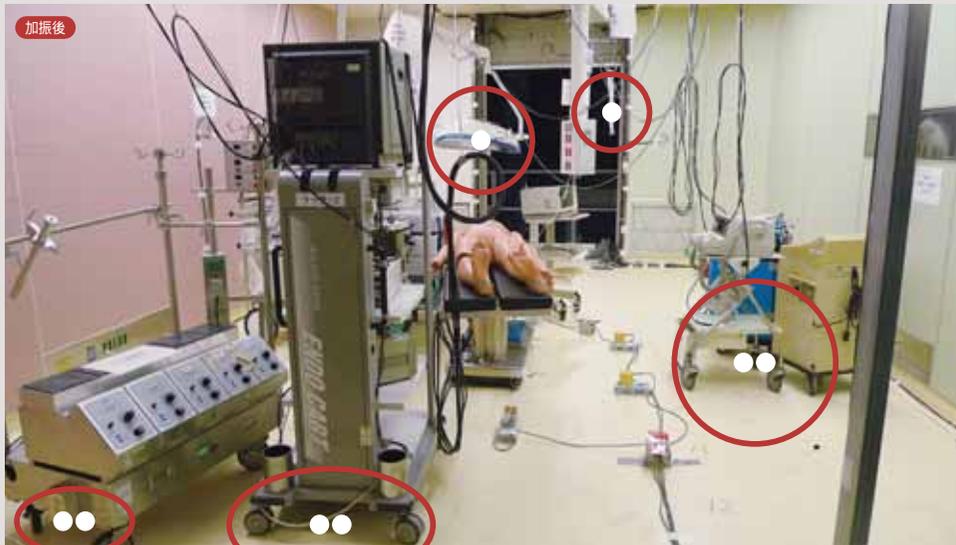
病院内にはキャスターの付いた機器類があふれています。これらが走り回ることによる被害は、日頃からキャスターのロックをかける習慣をつけておくだけでも、ずいぶん防ぐことができます。また、

機器を固定する場合のバランスが良いかどうかも重要です。

身の回りの機器を注意深く点検して、免震構造でも起こり得る機器の走り回りなどには、対策をとりましょう。

手術室の場合

キャスター付きの機器が、少しずつ動き出し、予想以上に室内を走り回ります。走り回る機器が壁などに衝突して転倒や壁、機器を損傷させます。天吊の物が大きく揺れます。



病室の場合

ロックをしていないベッドは大きく動き回ります。スライド式ドアなどが大きく高速で開閉を続けます。点滴台とベッドが別々に動き、患者から抜去することがあります。



免震構造とは？

丈夫に造るのが耐震、
揺れを伝わりにくくするのが免震

一般的な建物は、地震の揺れで建物が大きく変形したり潰れたりしないよう丈夫に造ります。これを耐震構造と呼び、現行の建築基準法では、“建物の供用期間中に数回起こる可能性のある中規模の地震に対しては大きな損傷は生じない、建物の供用期間中に一度起こるか起こらないかの大地震に対しては居住者の生命を守る（倒壊しない）”ことを最低限の目標としています。

耐震構造では、地震の揺れがそのまま直接伝わるので、建物内の揺れが激しくなり、建物が倒壊しなくても、家具が転倒したり物品が落下・散乱したりすることがあります。

一方、免震構造では、基礎と建物の間（免震層）に水平方向に滑らかに動く免震装置を介在させ、地震の揺れを建物上部に伝わりにくくしています。免震装置としては建物を支える部分に積層ゴムなどが用いられ、免震層の過大な変形を抑制するために、ダンパーが用いられます。積層ゴムは、薄い鋼板とゴムを重ね合わせて一体化したもので、鉛直方向にはコンクリート並みの硬さを持ちながら

水平方向にはゴム本来の柔らかさを発揮する、現在最も多く用いられている免震材料です。

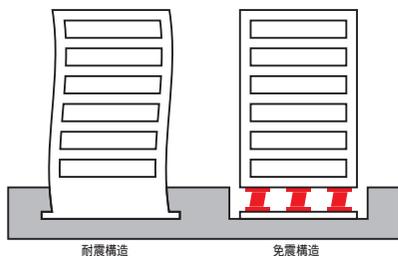
大地震時には、耐震構造の建物上階で約1G（Gは重力加速度）の加速度が発生することがありますが、免震構造ではその1/5、約0.2G程度に抑えられ、通常、家具が転倒したり物品が落下・散乱したりすることはありません。

阪神・淡路大震災後、免震建物が急速に普及

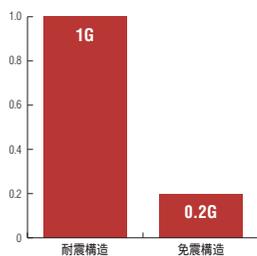
免震構造の建物は阪神・淡路大震災後急速に増加しており、近年（2009年時点）において、免震建物（戸建て住宅を除く）の計画は合計約2,600棟に及んでいます（日本免震構造協会調べ）。病院では、1996年に廣が浦病院が初めて免震構造で建設され、その後稲城市立病院（1998年）、石巻赤十字病院（2006年）などが建設され、増加しています。

東日本大震災（2011年3月）では多数の免震建物で大きな効果が確認されていますが、一方で、周辺地盤と免震建物をつなぐエントランス部分の床に損傷が発生するなどの事例があり、接続部ディテール、維持管理面の問題点も認識されました。

耐震構造と免震構造



耐震構造と免震構造の水平方向加速度の比較（大地震時のイメージ）



長周期地震動とは？

短周期と長周期は
揺れの性質が異なる

地震の特徴を示すものには、地震の規模、揺れの程度、地震波の周期特性、継続時間などがあります。

地震の規模はマグニチュード（M）で表されます。震源域で放出された地震エネルギーの大きさを算出され、それぞれの地震固有のものとなります。

各地点の揺れの程度は震度で表され、1996年までは各地点の揺れの体感や周辺状況の目視により決めていましたが（気象庁震度）、現在では地震の揺れを計測する各地の計測震度計で自動的に算出しています（計測震度）。

通常、地震動の波形を分析するとさまざまな周期の波が含まれていますが、その周期成分によって地震動の特性が異なります。

周期の短い成分がたくさん含まれる地震動は短周期地震動と呼ばれ、短い時間で小刻みにカタカタと揺れます。内陸部の地殻内で発生する地震で観測されることが多く、比較的高さの低い建物などに影響を与えます。

一方、周期の長い成分をたくさん含み長時間

揺れる地震動は長周期地震動と呼ばれ、海溝のプレート境界部で発生する巨大地震などにより震源から遠く離れた場所で多く観測されます。比較的高さの高い建物や免震構造の建物などを、ゆっくり、大きく、長時間にわたって揺らし、超高層建物では家具の転倒や物品の散乱、内部の人々の船酔い症状や恐怖感を招きます。柱梁などの累積塑性歪による破断も危惧され、免震構造の建物でもキャスター付きの機器がキャスターをロックしていないと室内を走り回る危険性があります。

東北地方太平洋沖地震が示す 長周期地震動の脅威

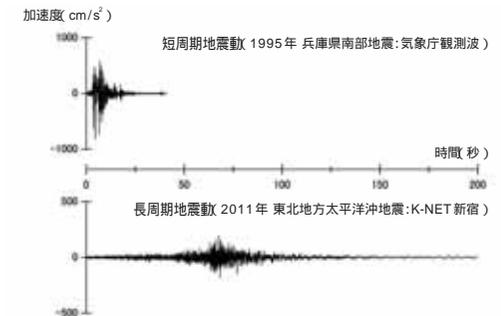
東北地方太平洋沖地震では、震源から300km以上離れ、震度5強だった東京都内の超高層ビルが十数分間大きく揺れました。震源から約700km離れた地上の揺れが震度3だった大阪府でも、埋立地に建設された高さ256m、地上55階の超高層ビル（大阪府咲洲庁舎）で大きな揺れが10分間近く続き、エレベーターが全て緊急停止し復旧が遅れるなど、長周期地震動の脅威が強く実感されました。

短周期地震動

短い時間で小刻みにカタカタと揺れる
内陸部の地殻内で発生する地震で観測されることが多い
比較的高さの低い建物などに影響を与える

長周期地震動

長時間にわたってゆっくり大きく揺れる
震源から遠く離れた場所で多く観測される
比較的高さの高い建物や免震構造の建物などに影響を与える



身近な地震対策の事例

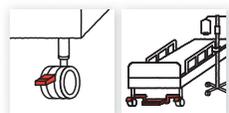
地震用の対策品は、さまざまな製品が市販されています。その多くは、ある程度の地震動に対して地震対策として有効に働きます。しかし、誤った取り付け方や使用方法をした場合、地震対策としてまったく機能しない場合もあるので、適切な取り付け方で確実に取り付けることが重要です。

また、中には効果があまり発揮されないものもあるので、十分に注意が必要です。

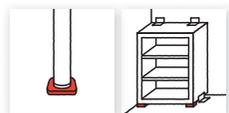
対策法一覧

移動防止

キャスターロック



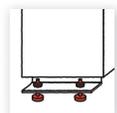
粘着マット



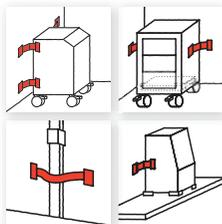
ベッドに固定



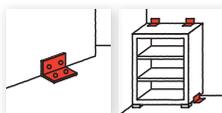
アンカーボルト固定



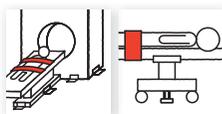
ベルト固定



金具固定

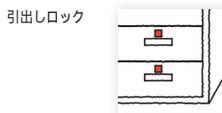


患者固定

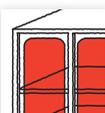


散乱防止

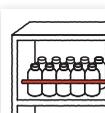
引出しロック



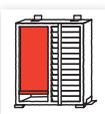
飛散防止フィルム



落下防止バー



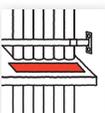
飛び出し防止シャッター



飛び出し防止バー



すべり止めシート



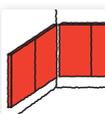
回転防止

アームの点検



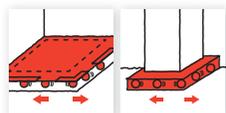
衝突防止

壁面保護



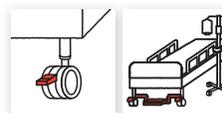
免震

免震床・機器免震

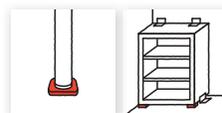


市販の対策品

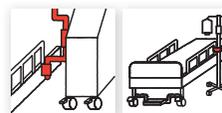
キャスターロック



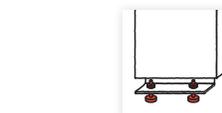
粘着マット



ベッドに固定



アンカーボルト固定



ベルト固定

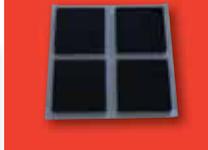


キャスター固定用
粘着マット付きストッパー



機器類のキャスターは日頃からロックをかけるよう習慣づけましょう。ロック機能のないキャスターの場合でも、写真のような市販のストッパーなどを用いてキャスターを固定することが可能です。

粘着マット



機器や什器の下部には粘着マットなどを敷いて、移動や転倒・転落を防止しましょう。なお、長期にわたって移動させる必要がなく重量のある物の場合は、粘着マットではなく金物などを用いて床や壁に直接固定するほうが確実です。

ベッドに固定



点滴台や透析装置など、患者の身体につながるラインが出ている機器は、地震によって患者と離れてしまわないよう、ベッドに固定する工夫が有効です。



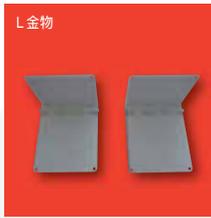
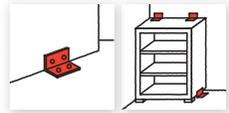
重量のある機器類は、アンカーボルトを用いて床や壁に直接固定します。また、固定位置のバランスが悪いと固定ボルトが地震動で抜けてしまうこともあるので注意が必要です。



移動させることのある機器・什器については、バックル付きのベルトで壁などに固定しておくとういでしょう。コピー機などは、機器の上部と下部を壁に固定したり、アンカーボルト方式などで床に固定することで被害軽減に有効です。

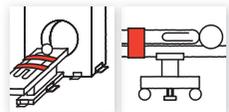
身近な地震対策の事例

金具固定



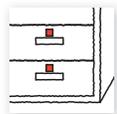
長期にわたって移動させることのない機器・什器は、金具などを用いて直接床や壁に固定する対策が移動や転倒・転落防止に有効です。

患者固定



患者が長時間同じ姿勢で診療を受ける場合、可能であればベルトで固定し、患者が落下するのを防ぎましょう。

引出しロック



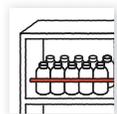
飛び出し防止のロック機能がついた引出しも商品化されています。

飛散防止フィルム



収納棚の内容物がぶつかることで戸のガラスが破損・飛び散る危険性があります。ガラスの破片が飛び散ると二次被害を招く可能性があるため飛散防止フィルムを貼っておくとよいでしょう。

落下防止バー



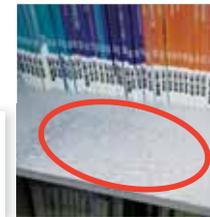
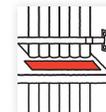
戸がついている収納棚では、ボトルなどが落下しないよう、落下防止バーをつけておくるとよいでしょう。

飛び出し防止バー



引出しが棚から飛び出さないように、縦に棒を取り付けます。日常的には棒を横にずらして引出しを利用します。キャスター付き什器では移動中の引出し飛び出し防止にも有効です。

すべり止めシート



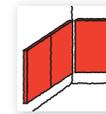
表面にすべりにくい仕上げ加工がなされているシートを本棚の前面などに貼っておくことで、本類がすべり出て落下する被害を軽減させることができます。

アームの点検



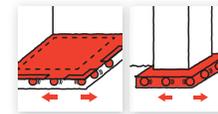
シーリングペンダントや無影灯のような天吊り式のアームは地震で大きくふれることが想定されますので、ブレーキが有効にきくようにメンテナンスする必要があります。

壁面保護



キャスター付きの機器・什器が動き回って壁にぶつかっても、壁面が傷付かないように保護する部材を貼り付けます。

床免震・機器免震



建物全体が免震構造となっていない場合でも、必要な部屋のみを免震とすることで被害の軽減に有効です。しかし、部屋の有効面積が狭くなることや対象となる部屋の床が一段低くなっていることなどの条件を考慮しなくてはなりません。また、振動を嫌う精密機器などは、その機器のみを免震化することも有効です。

過去の地震被害例

病院の各部屋には、診察・治療に用いる医療機器、机や棚などの什器など、さまざまな物品があります。これら機器類の耐震性については、法的な基準・規制はなく、製造者（メーカー）の自主的取り組みに任されていますが、病院の機能を保持するうえで無視できない要素と言えます。ここでは、過去の大規模地震で発生した被害について確認し、震災対策を考える上での機器類の影響度と重要度について考えます。

過去の地震災害における機器類の被害状況

阪神・淡路大震災（1995年）新潟県中越沖地震（2007年）東日本大震災（2011年）により被災した病院における機器被害のうち、主なものを表1にまとめました。固定の仕方が不十分なために機器が移動・落下し、故障や混乱を招いたことが多く報告されています。

表1 過去の地震災害における機器類の被害

部門	医療機器の被害状況
病棟	人工呼吸器が壁にぶつかり故障した。
	病棟で使用中のコンピュータが落下した。
	キャスター固定されている重心の高いワゴンが転倒した。
検査	キャスター固定されていないワゴンが激しく動き回った。
	生化学自動分析装置の薬液がこぼれて作動しなくなった。
放射線	建物内の配管がちぎれ漏水した。
	ボルトで床に固定されていないMRIが20cm移動してケーブルが切断され、復旧に4日を要した。
	ボルトで床に固定していないCTが移動した。
	CR（Computed Radiography）装置のハードディスクが故障し、インストールし直した。
手術	X線テレビの固定ボルトが抜け落ちて移動した。
	天井吊り下げアーム機器が落下した。
	ポータブルX線装置が高層階に置いてあり、エレベーターが停止のため地上階まで下ろせず、被災患者の撮影に活用できなかった。
薬剤	手術室のパネルの裏にある構造体の壁が落下した。
	モニターが落下して衝撃を受け使用不可となった。
材料滅菌	上部に収納しているバイアルが倒れ、アンプルが落下し破損した。
	薬品瓶のフタは開きやすいため、倒れて中身がこぼれたものがあった。
材料滅菌	オートクレーヴ、ガス滅菌装置が作動せず滅菌できなかった。
	超音波滅菌装置の水がなくなり使用不可となった。

機器類の影響度と重要度

過去の地震による被害を参考に、地震発生時に各医療機器・什器がもたらす状況を想定した「影響度」を、表2のように整理しました。

次に過去の大地震で特に被害が大きかった機器・設備について、被災調査などを参考として「影響度」評価をつけ、表3にまとめました。

表2 医療機器・什器の影響度

B	危害型 機器の移動・転倒・落下などにより、使用中の患者や職員に対して重大な人的危害を与える恐れがあるもの
	危害型 - 管理系 管理が困難になることで人的危害を与える恐れがあるもの。RIや廃棄物などの関連施設
	緊急型 機器震害での機能停止により、診療機能に重大な影響を与えるものであり、かつ他に代替できるものがないか、使用中の患者や新たな患者に対して緊急の用途に供する必要があるもの
	機能型 と同様に診療機能に重大な影響を与えるものであるが、そのうち代替性のあるもの、あるいは比較的緊急の用途に供する必要の少ないもの
	混乱型 機器震害により設置場所周辺を混乱状態に陥れるなど、他に与える影響の大きいもの

表3 機器・設備の影響度（過去の大規模地震で被害が大きかったもの）

部門	機器・設備名称	影響度
病棟	ICUなどの天井懸垂型ユニット	（危害型）
	給水	
院内全般	エレベータ	（危害型）
	非常用電源	
	コンピュータ	
病棟	人工呼吸器	（緊急型）
手術	棚の転倒・破損	
	機器洗浄機	
放射線	手洗い装置	（緊急型）
	CT	
	X線TV、一般撮影装置	
検査	画像読取装置	（機能型）
検査	保冷库	
材料滅菌	滅菌装置・オートクレーヴ	
院内全般	ガス	（機能型）
	空調	
	電気	
検査	搬送機	（機能型）
検査	生化学自動分析器	
院内全般	病歴室などの棚（転倒・変形）	
薬剤	収納棚の転倒	

医療機器・什器の地震対策を検討する際には、これらの観点も踏まえ、地震が発生した後にどのような状況となるのかを想定しながら対策を考えることが重要です。

実験紹介

病院の機能保持性能の向上を目指し、E-ディフェンスによる実物大の震動台実験を行いました。

なぜ病院を選んだの？

もし大地震が起きたら、たくさんの人が家を失い、たくさんの人がケガをします。また、地震の後の長期間の避難生活では病気になる人もたくさん出てきますし、地震が起きる前から病気だった人もいます。これらの多くの人たちが、地震の後にも病院で治療を受けることができるようにする必要があります。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、被災3県（岩手県・宮城県・福島県）の381病院のうち、全壊したものが8施設、一部損壊したものが179施設ありました。とくに宮城県では、全147病院のうち全壊5、一部損壊106と、76%もの病院が大きな被害を受けました。津波による破壊を逃れた病院であっても、老朽化などにより十分な耐震強度を持っていない建物では、診療活動に支障をきたす被害をこうむったのです。

そこで、防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センターを中心に、E-ディフェンスの上に、実際の病院建物を建設し、さまざまな地震動で揺さぶり、大地震が発生した時、どんなことが起き、それを防ぐためにはどうしたらよいかを探るための実験研究を実施してきました。

どんな実験を行ったの？

4階建ての病院の試験体を建てて、大地震で揺らしてみました。試験体は、現在ある多くの病院と同様の耐震構造と、最近増えている免震構造で建設しました。試験体の中には、病室、ICU、手術室、画像診断室などの部屋を再現し、その室内には実際に用いられている医療機器などを設置しました。

実験で建物を揺らした地震動は、短周期地震として、1995年兵庫県南部地震の時に観測された地震動や、長周期地震動として東海・東南海地震が発生した時に名古屋の三の丸地区で揺れると想定されている地震動など、さまざまな地震動を用いて実験を行いました。

試験体の室内に設置した医療機器に対しては、通常の使用状況にあわせ、特に地震対策を実施しない場合と、さまざまな地震対策を実施した場合とで、比較実験を行っています。

なお、本ハンドブック内の写真の多くは、この実験によるものを使用しています。

おわりに

本ハンドブックは、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 都市施設の耐震性評価・機能保持に関する研究（1）震災時における建物の機能保持に関する研究開発（文部科学省による委託研究）」の研究成果として取りまとめました。ハンドブック作成においては、都市施設の耐震性評価・機能保持研究運営委員会（委員長：和田章 東京工業大学名誉教授）の下、右記の2つのワーキンググループで作成作業を行いました。

本ハンドブックに記載されている内容は、地震が発生した時に病院機能を守るための備えの一部です。病院を実際に地震から守るためには、このほかに病院建物が地震の揺れに対して耐えること、給排水やエネルギーといった設備が十分に稼働すること、さらには災害医療を提供するためのさまざまな蓄えや準備をすることも必要です。これらの多くの対策が実施され、はじめて病院を地震から守ることができるのです。

最後に、本ハンドブックを活用していただき、まずは身近な対策を行うことで減災に役立つことができれば幸いです。

病院の地震対策ガイドライン（仮称）メンバー 50名順

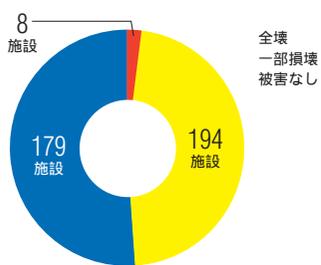
評価ワーキンググループ

- 石原 哲（医療法人社団誠和白鬚橋病院）
- 井上 貴仁（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 井上 政昭（一般社団法人日本医療機器工業会）
- 寛 淳夫（学校法人工學院大学）
- 加納 隆（学校法人埼玉医科大学）
- 小林 健一（国立保健医療科学院）
- 佐藤 栄児（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 佐藤 和美（NPO法人 防災サポートおぢや）
- 鈴木 明文（株式会社伊藤喜三郎建築研究所）
- 長澤 泰（学校法人工學院大学：委員長）
- 中山 茂樹（国立大学法人千葉大学）

作成サブワーキンググループ

- 井上 貴仁（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 寛 淳夫（学校法人工學院大学：委員長）
- 鎌田 崇毅（国立大学法人東京農工大学）
- 小菅 瑠香（国立保健医療科学院）
- 小林 健一（国立保健医療科学院）
- 酒井 久俣（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 佐藤 栄児（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 福山 國夫（独立行政法人防災科学技術研究所）
- 吉村 俊（財団法人日本消防設備安全センター）

東日本大震災における病院の被害



病院を再現した試験体



本実験は、下記企業様にご協力いただきました。

- | | | | | |
|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|
| エア・ウォーター 防災（株） | （株）セントラルユニ | （社）ビジネス機械・ | 特許機器（株） | 美和医療電機（株） |
| 大阪大学医学部 | （株）前中工務店 | 情報機器システム産業協会 | ニプロ（株） | ヤクモ（株） |
| （株）アルダック | （株）日本シューター | 新日鐵エンジニアリング（株） | パラマウントベッド（株） | 有限責任中間法人JISART |
| （株）イトーキ | （株）芥二越 | 摂津金置（株） | プリヂストーン（株） | アトムメディカル（株） |
| （株）岡村製作所 | 川崎エンジニアリング（株） | 播磨工業（株） | 文化シャッター（株） | |
| （株）オリバー | 北川工業（株） | 東レ・メディカル（株） | 瑞穂医科工業（株） | 顧不同 |