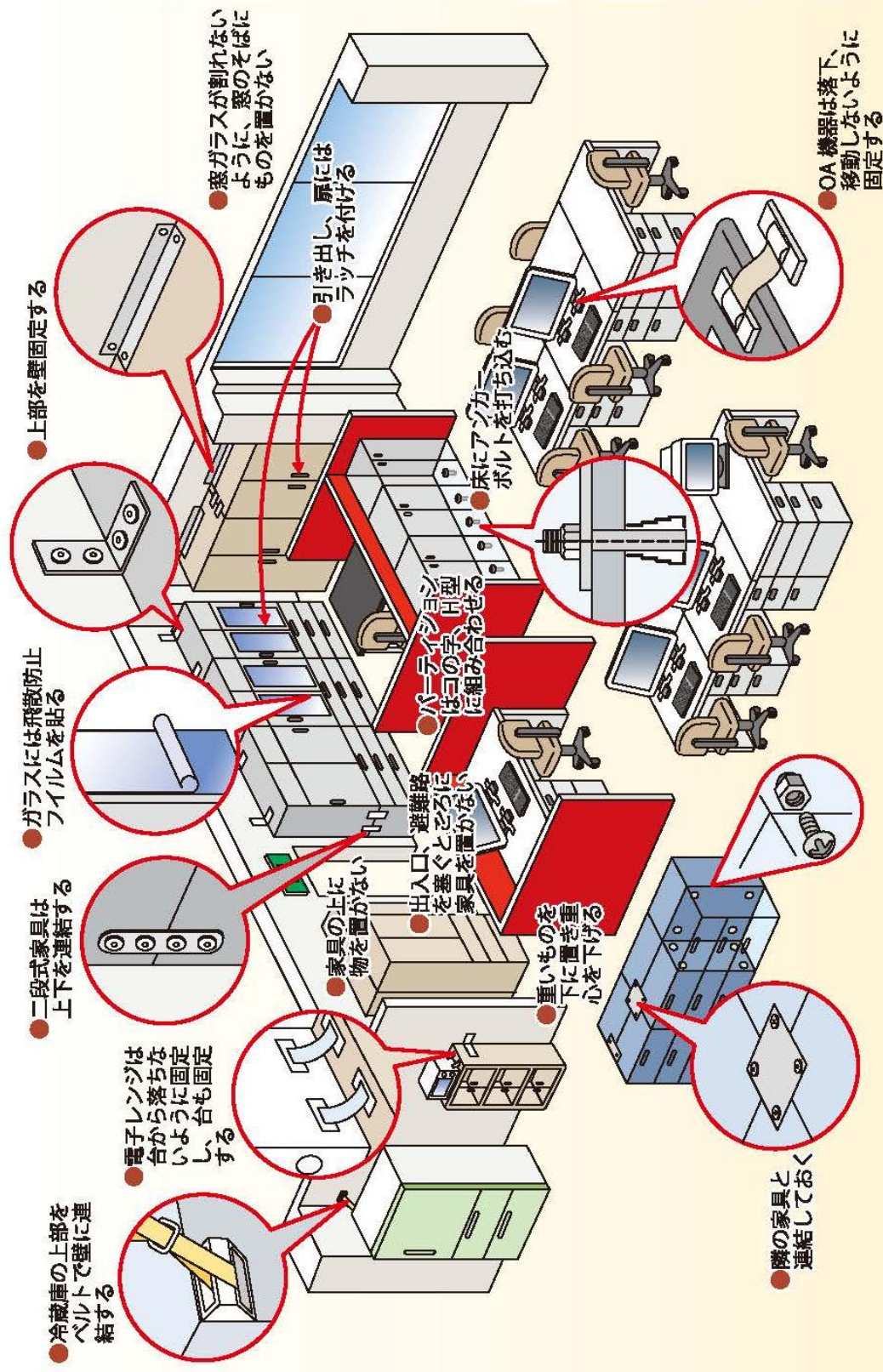


教育研究用機器等の転倒防止 ガイドライン

(基本ガイドライン)

教育研究用機器転倒防止ガイドラインWG

研究室シエルフ・OA機器等の転倒防止対策の例



はじめに

教育研究用機器転倒防止ガイドラインWG長
源 栄 正人（災害科学国際研究所）

2011年3月11日の東日本大震災により東北大学では、学内での人的被害はなかったが、甚大な物的被害をもたらした。施設関連では工学研究科を中心に解体を余儀なくされた建物をはじめ多くの建物で構造躯体の被害ばかりでなく非構造・設備の被害をももたらした。また、地盤災害やライフラインの被害も甚大であった。

一方、教育研究用の室内備品の被害も甚大であり、被害総額は約245億に達した。被害は地盤構造による大きな揺れをもたらした青葉山キャンパスの工学系研究科の被害が大きな割合を占め、部局による被害額の差は顕著であった。被害額の内訳を分析すると高額な実験機器の被害（1000万円以上約400件、うち1億円以上は約30件）が大きく、その対策の重要性が指摘されるとともに、全学共通の本棚等の什器、PC等の被害も目立ち、その転倒防止対策が急務となった。

甚大な被害を受けた工学研究科では、震災後、室内備品等の地震対策ガイドラインを作成してきている。しかし、全学における室内備品等の地震対策は必ずしも十分ではなく、ガイドライン作成に至っていないため、新たな災害対策アクションプラン作成検討プロジェクト・チームのもとに教育研究用機器転倒防止ガイドラインWGを立ち上げ現地調査や業者ヒアリングを行うなど全学的なガイドライン策定に向けた検討を行ってきた。その結果として、高額な実験機器になるほど地震対策を行う上での課題があり、対策が必ずしも十分に進んでいないことが判明した。その主な内容として、①高額な機器の地震対策がメーカーに依存しており、発注仕様書（設計仕様）に地震対策が盛り込まれていない機器が多いのが現状であること、②機器の固定などの対策を行うと、本来機器に求められる精度や機能を発揮せず、使用性と安全性を併せて満足するような対策が必ずしも容易ではないこと、③不完全な対策では、かえって本体や利用材料によって危険性・物的損害が大きくなる可能性があること、④固定を行うことで弱い地震でも繊細な部品は破損する可能性があること、⑤実験機器の地震対策に利用できる十分な強度を有する支持点（画枠など）の情報など、施設（不動産）と実験機器（動産）の調整に係わる相談窓口がないことなどが挙げられる。

さらに、キャンパス再生に当たって採用される免震建物内に設置される機器の耐震性能については新たな検討が必要であり、今後の検討課題となっている。

以上のような調査結果等を踏まえ、本WGにおいては次に示すガイドライン作成の基本方針に則り、全学的な教育研究用機器の転倒防止ガイドラインを作成することとした。

〔ガイドライン作成の基本方針〕

- 1) 学内各キャンパス、各部局における機器、室内備品類の被害に係る調査を実施し検討した結果、機器の種類・形態・被害状況等が多種多様であるほか、上述のように個別に考慮すべき事由が多数存在することが確認された。この状況から、これらを時間的制約のある中で統一的に整理し、地震対策を講じることは物理的に困難であることから、段階的にガイドラインを作成することとした。
- 2) まず、具体的な転倒防止対策を検討する上で骨格となる工学的見地に基づいた「技術指針」を作成する。作成にあたっては、先行して作成された工学研究科のガイドラインで活用できる箇所を適用するとともに、建築物設備設計指針や、民間工場における地震対策ガイドライン等をも参考とし、機器並びに室内備品等の地震対策の基本的な判断基準とする。

3) 続いて、この技術指針に則り、全学的に保有し被害も多かった研究室・事務室等において使用されているパソコン等のOA機器、保管庫や什器類等の全学的に多く共通するものを対象とし、実際に行うべき地震対策の基本フローを示しながらわかりやすく実効性のある「基本ガイドライン」（一般什器向けガイドライン）を作成する。

4) 次に、教育研究用機器については上述したとおり個別に考慮すべき事由が多数存在することが確認され、これらを時間的制約のある中で統一的に整理し、全学共通のガイドラインとして示すことは物理的に困難であることから、まずは全学的地震対策現地調査の検証結果を踏まえ、転倒防止対策の参考となる代表的な事例について教育研究用機器対策事例編として取りまとめ配布する。

更に、これらの教育研究用機器について、地震対策を行う上での問題点・課題点を詳細に分析し、先の技術指針に基づき可能な限りユーザーのニーズに適合するよう機器毎に分類した「実験機器向けガイドライン」を作成する。

以上の基本方針に基づく活動内容及び作業工程の概略を示すと図1のとおりとなる。

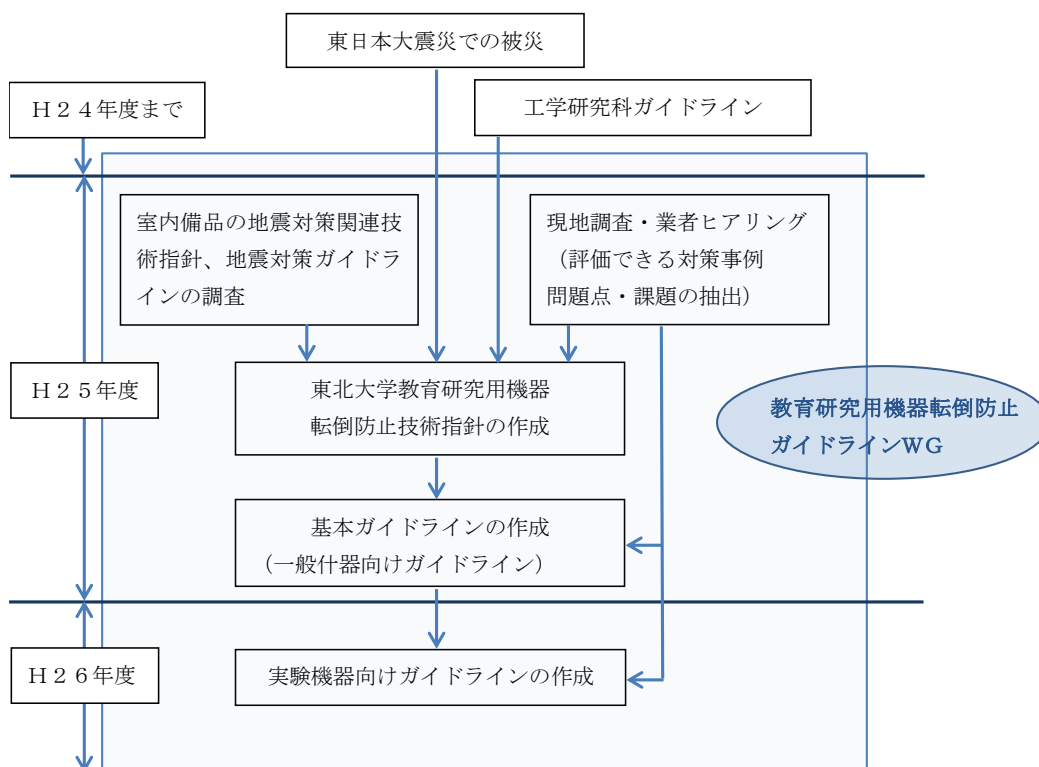


図1 教育研究用機器転倒防止ガイドラインWG活動内容及作業フロー

目 次

はじめに

1. 東日本大震災における研究室内の被害	1
2. 研究室内の安全な空間づくり	
2-1 家具類の地震対策の基本フロー	2
2-2 地震による負傷原因	2
2-3 家具類の配置の工夫によるけがの予防	3
2-4 避難経路の閉塞防止	4
2-5 研究室内の安全スペース	5
3. 家具類の転倒防災対策の方法	
3.1 キャビネットの転倒防止対策	6
3.2 書架・物品棚・移動ラックの転倒防止対策	7
3.3 書架・物品棚・移動ラックの転倒防止対策の注意点	8
3.4 デスク周辺での注意点	9
3.5 パソコン・ディスプレイの転倒防止対策	10
3.6 冷蔵庫・電子レンジの地震対策	11
3.7 コピー機・引き出し型収納ラックの地震対策	12
付録 技術資料	
A 設計震度	13
B シェルフの壁固定の方法	14
C シェルフの自立固定の方法	15
おわりに	16

1. 東日本大震災における研究室内の被害

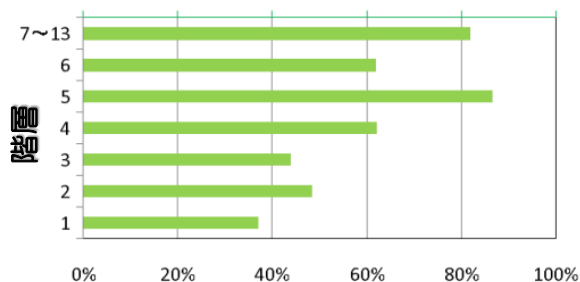
東日本大震災では、写真1に示すような研究室の室内被害が数多く発生しました。緊急地震速報の受信や適切な危険回避行動により、運よくけが人の発生などには至りませんでした。室内空間の地震対策が不十分だったことが明らかとなりました。



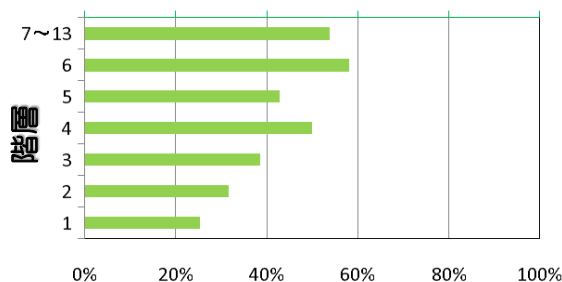
写真1 青葉山キャンパス総合研究棟12階にあった研究室の室内被害の事例（東日本大震災）※

また、たとえL字金具で壁に固定していた場合でも長時間の繰り返しの揺れによる影響で引き抜かれて転倒してしまったスチール製本棚もありました。技術的な裏付けをもった地震対策が重要であることがわかります。

さらに、一般の耐震建物の場合、建物の上階ほど揺れが激しくなります。最下階の揺れに対して最上階の揺れの激しさは、3～5倍に増幅されることも珍しくありません。左側のグラフは東日本大震災における本棚、右側のグラフはコンピュータの階層ごとの被害発生率です。



階層ごとの本棚の被害発生率



階層ごとのコンピュータの
落下・損傷発生率

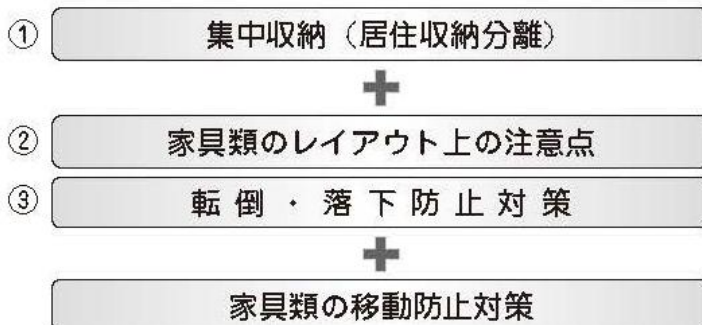
Point

- 耐震建物は骨組みが激しい揺れに耐えるように設計されていますが、室内空間は激しい揺れにさらされることには変わりはありません。
- 一つの建物の中でも上階の研究室ほどしっかりした地震対策が求められます。
- 建物の骨組みの耐震性だけでなく、室内空間の安全性も確保し、建物全体の総合安全性を高めることが重要です。

※本ガイドラインに掲載されている被害写真は、工学研究科等の地震被害調査報告書からの引用です。

2. 研究室内の安全な空間づくり

2.1 家具類の地震対策の基本フロー¹⁾



① 書庫や資料室、据え付け収納家具への集中収納により、研究室の日常的な執務空間に大きな家具類を置かないように工夫しましょう。

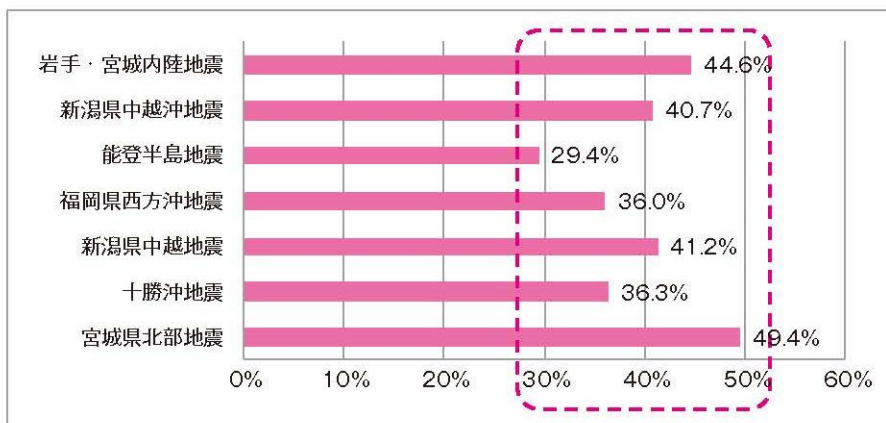
② 負傷や避難障害を発生しにくいレイアウト上の工夫を行うことが重要です。

【詳しくはp3～】

③ レイアウト上の対策をした上で、適切な転倒・落下・移動防止対策を行いましょう。

【詳しくはp6～】

2.2 地震による負傷原因



近年発生した地震における家具類の転倒・落下・移動が原因のけが人の割合¹⁾

Point

- 近年我が国で発生した地震でけがをした原因を調べると、30～50%の人が、家具類の転倒・落下・移動によるものでした。
- 家具類の転倒・落下・移動は、直接当たってけがをするだけでなく、つまりいて転んだり、割れたガラスを踏んだり、避難経路を塞いだりするなど、さまざまな危険をもたらします。

2.3 家具類の配置の工夫によるけがの予防

○地震の揺れによる家具類の動きと被害

地震の揺れで家具類やOA機器が、どのような動きをして被害をもたらすかをまとめると次のようになります¹⁾。

家具の挙動 被害傾向		
転倒	落下	移動
		

○家具類の配置・物品の置き方

家具の置き場所は、使いやすさ第一のレイアウトにしがちですが、併せて地震時の安全も考慮しておく必要があります。家具類を固定しておくことはもちろんですが、万が一固定していた器具が外れて転倒や移動をした場合でも、被害を受けにくいレイアウトの工夫を行うことが必要です。

写真2は、東日本大震災において青葉山キャンパス総合研究棟12階にあった教授室の室内被害の事例です。シェルフの壁への固定がされていない上に、教授のデスクに向かってシェルフが倒れてきており、是正すべきポイントが多い事例となります。

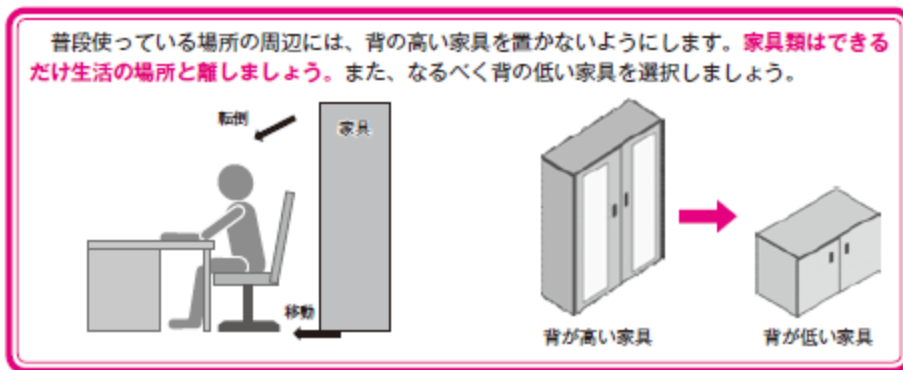


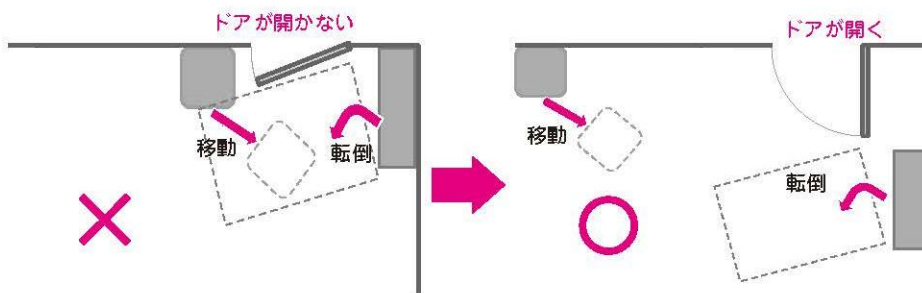
写真2 青葉山キャンパス総合研究棟12階にあった教授室の室内被害の事例（東日本大震災）

2.4 避難経路の閉塞防止

Point

- 避難通路、出入口周辺に転倒、移動しやすい家具類を置かないようにしましょう。
- 引き出しが飛び出すことで、つまずいてケガをしたり、避難の妨げになることがあるので、家具類を置く方向にも注意しましょう。

避難通路をふさがない配置にします。



廊下には家具類を置かないようにします。

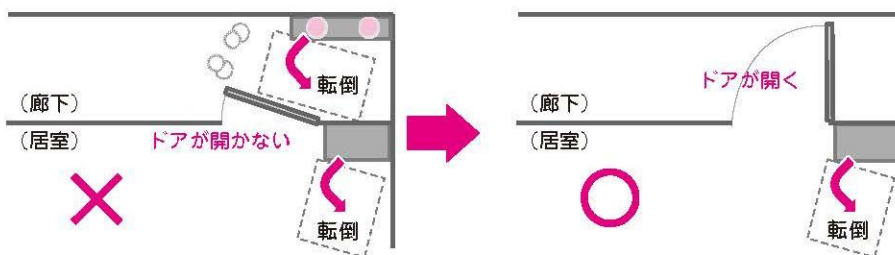
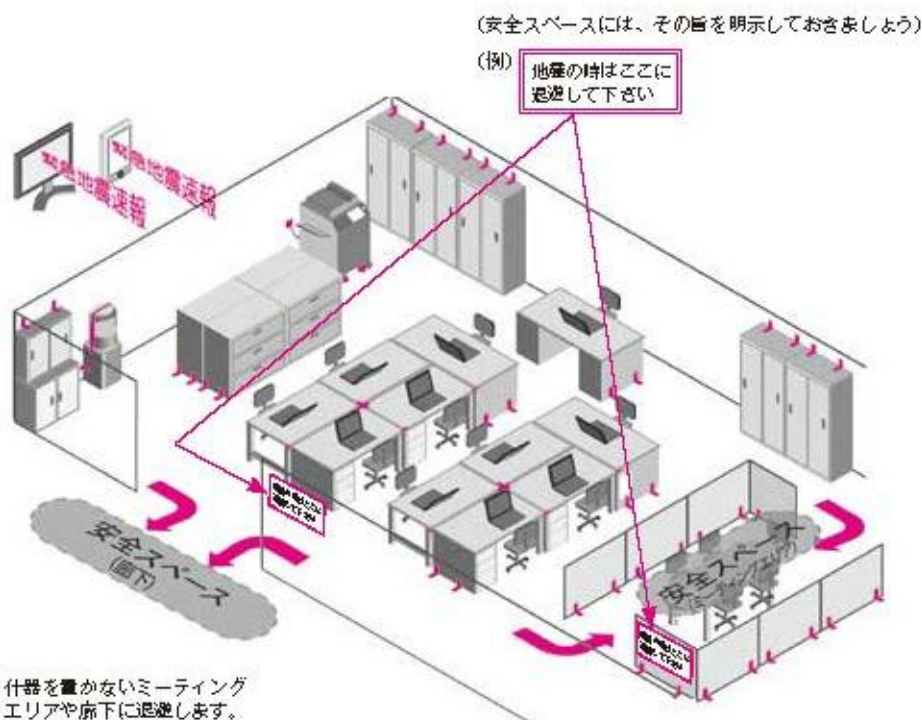


写真3 青葉山キャンパスにあった研究室での避難障害の事例（東日本大震災）

2.5 研究室内の安全スペース

Point

- オフィス内で、なるべくものを置かない安全スペースを作っておきましょう。
 - 緊急地震速報を受けた場合は、予め定めた安全スペースへ退避し、姿勢を低くして身の安全を図りましょう。
- 【安全スペースの例】
廊下・エレベーターホール・什器を置かない会議室やミーティングエリアなど



○緊急地震速報の利活用とシステムの限界の理解

地震時のけがの防止には、緊急地震速報による大揺れまでの猶予時間を活用することが極めて重要です。猶予時間は、発生した地震の震源から東北大学までの距離（震源距離）によって変わりますが、震源距離が100km程度の宮城県沖地震の場合は、10～15秒程度であることがわかっています。

ただし、長町一利府断層による地震の場合は、震源距離が10km程度となる直下型地震であるため、緊急地震速報の猶予時間はほとんどありません。

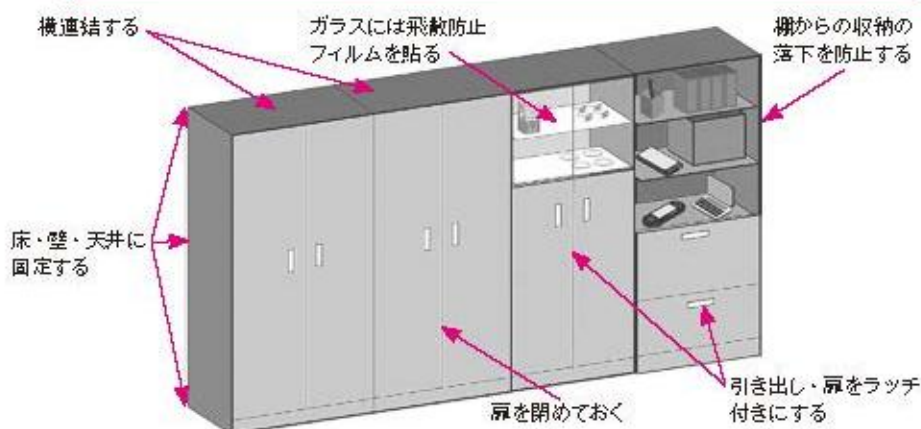
従って、普段から安全・安心な室内空間づくりに取り組んでおくことが人的被害の予防、研究室の早期再開を可能とします。

3. 家具類の転倒防災対策の方法

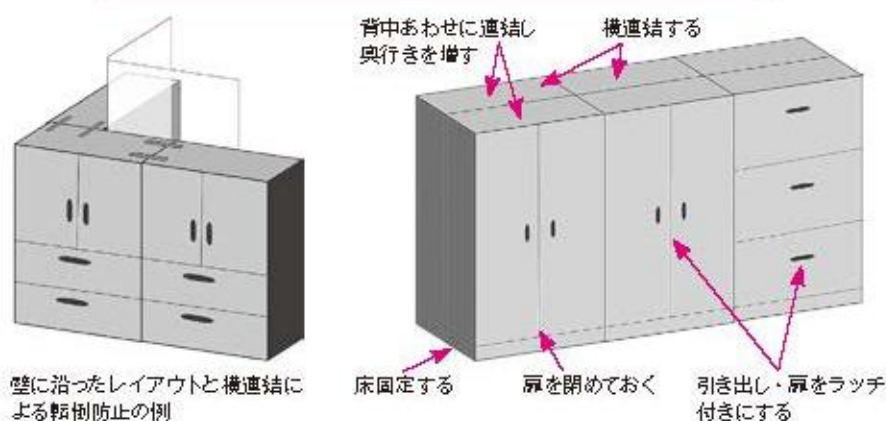
3.1 キャビネットの転倒防止対策

Point

- 金具で床、壁下地の鉄骨、コンクリート等とボルトで固定することと、家具等の上部を壁と固定する方式が最も効果的です。
- 壁に沿って設置し、左右の家具等と相互に連結するなどして、レイアウトによる安定化を図りましょう。
- 二段に重ねる場合は必ず上下を連結した上で、床、壁と固定しましょう。
- 壁に付けられない場合は高さを120cm程度までのものを背合わせに連結し、倒れないようにしましょう。
- ボルトはM6以上を使用します。



オフィス内で壁面以外に設置する場合は、家具同士を左右又は背面で連結します。



具体的な固定方法は、施設関係者や施工業者に相談してください。新規購入の場合には家具メーカーに相談し、設置と同時に地震対策も実施してください。技術的な地震対策方法は、付録の技術資料、及び東北大学教育研究用機器転倒防止技術指針に記載されていますので参照してください。

3.2 書架・物品棚・移動ラックの転倒防止対策

Point

- 床・壁・天井と必ず固定しましょう。
- 上部をツナギ材で連結しましょう。(必ず床固定と併用する)
- 落下防止材を取付けましょう。
- 筋交い(ブレース)などで補強しましょう。

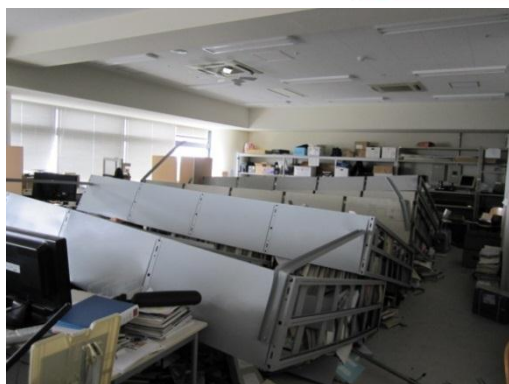
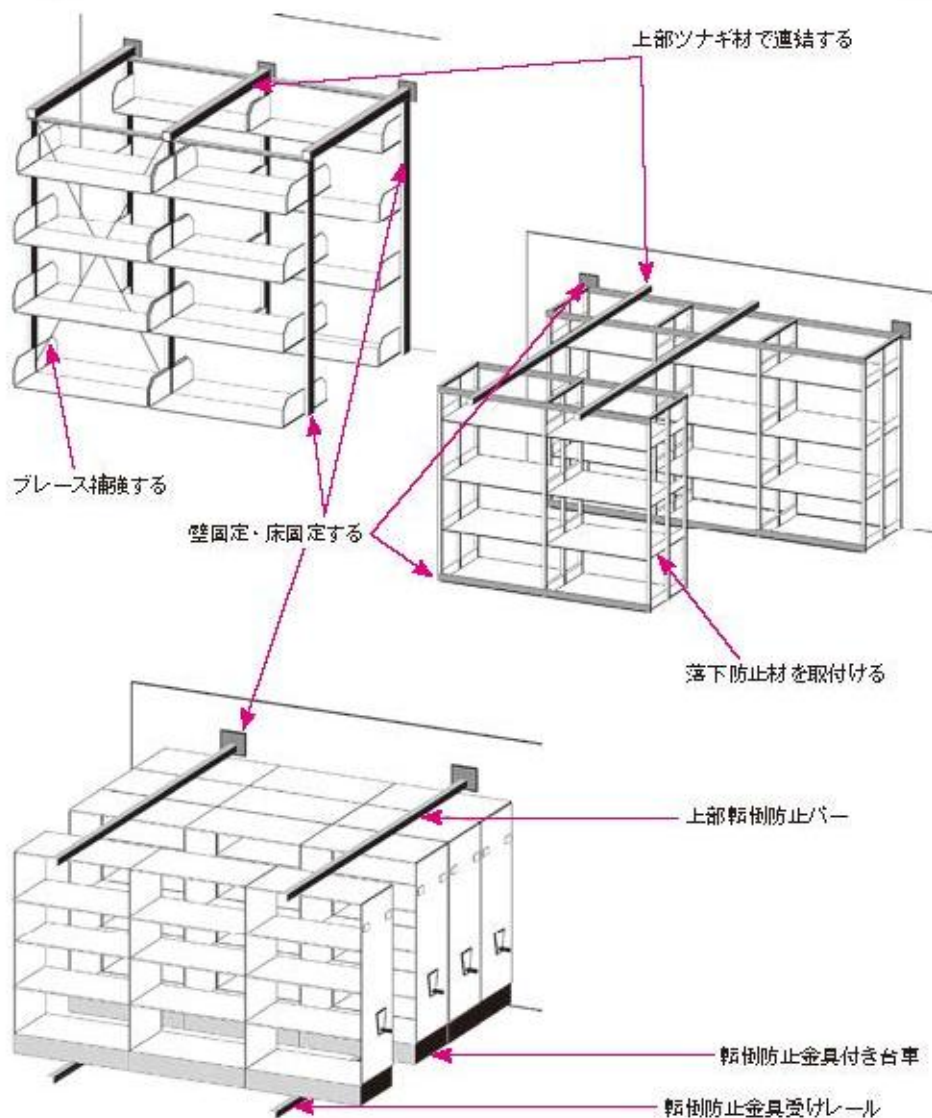


写真4 青葉山キャンパス総合研究棟11階にあった研究室の連結書架の被害事例(東日本大震災)

3.3 書架・物品棚・移動ラックの転倒防止対策の注意点

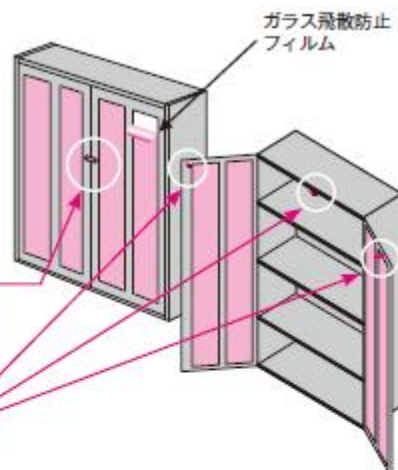
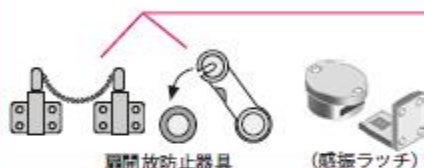
● 扉開放防止器具の取付け

食器棚等は、地震動によって扉が開いた場合、収納物が散乱し、食器類の割れた破片などでけがをする危険性があるので、観音開きの扉には扉開放防止器具を設置します。

扉開放防止器具の取付け

扉開放防止器具には、粘着タイプやチェーンタイプ、ネジ固定できる掛け金タイプ、感震ラッチなどがあります。

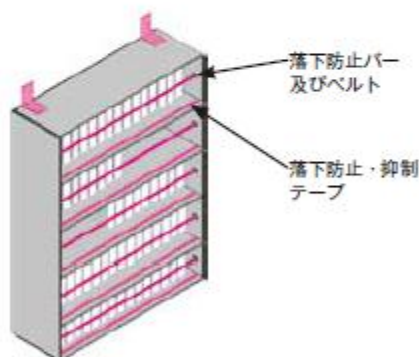
本棚など重量の大きい収納物が入っている場合は、ネジ固定できるものを取付けてください。



● 書棚等の収容物落下防止

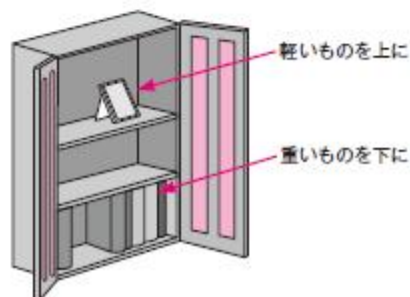
書棚等の収容物が地震により落下することで、落下物が当たりけがをすることや、避難障害となる危険性があるので、転倒防止器具と併せて収容物落下防止器具を設置します。

※器具によっては落下を抑制するだけのものもありますので、取扱説明書等をよく読み取付けを行ってください。



● 収容物の工夫

重いものを下に置くことで、家具の重心を下げ、転倒しにくくします。



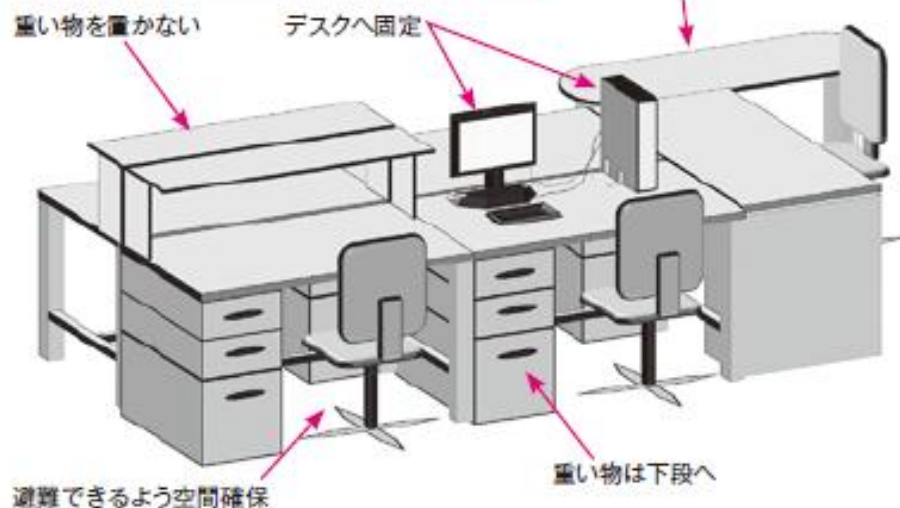
3.4 デスク周辺での注意点

Point

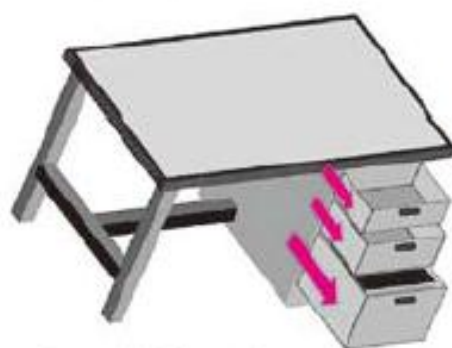
- デスク、テーブルは連結し、安定させましょう。
- OA機器はデスク等へ固定しましょう。
- デスクは床に固定しましょう。
- ボルトはM6以上を使用しましょう。

デスク上の落下しやすいものをストラップ式器具で固定します。

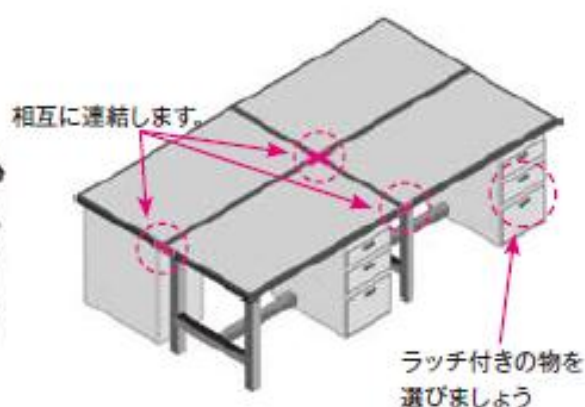
連結テーブルはデスクにジョイント



・デスクの転倒防止



引出しが飛び出すことにより転倒する可能性があります。



デスクは地震の揺れにより引出しが飛び出すと重心が前に偏り、転倒する可能性があります。デスクは互いに連結するなどして、転倒防止対策をします。

3.5 パソコン・ディスプレイの転倒防止対策

Point

- 床、壁に固定されたテレビ台とテレビを直接固定するのが最も確実な方法です。
- ストラップを使って連結・固定する場合は、テレビ本体の形状・重量に応じて本数を増やすことが重要です。（4本以上）
- 粘着性マットで固定する場合は重量、台座の形状のほかに、取付け面の凹凸にも注意しましょう（凹凸が大きいと粘着しない。）。
- 壁等とヒートンを使用して固定する場合は壁の強度と、テレビの重量に耐えるヒートンや紐の太さ、強度を確認しましょう。
- キャスター付きのテレビ台は、移動防止対策をしておくことが重要です。



パソコン・ディスプレイの地震対策器具の例※※



写真5 パソコン本体・プリンタの落下被害の事例（東日本大震災）

※※この写真は、(株)リンテック21のパンフレットからの引用です。

3.6 冷蔵庫・電子レンジの地震対策

● 冷蔵庫の転倒・移動防止対策

Point

- 冷蔵庫の背面上部のベルト取付け部分と壁とをベルトで連結すると、効果が高くなります。
- 冷蔵庫は、移動や転倒したときに備え、避難の障害にならないように置き方を工夫しましょう。
- 冷蔵庫の固定脚を引き出し、ロックするとともに、必ず上部固定も併用しましょう。

冷蔵庫の底には移動用のキャスターが付いているため、地震の揺れで容易に大きく移動することがあります。脚の部分のロックを行うとともに、転倒防止対策を実施する必要があります。冷蔵庫の転倒・移動防止には、冷蔵庫の上部をベルトなどで背面の壁と連結することが有効ですが、壁側にネジ止めをする器具の場合は、壁の強度のある部分で行う必要があります。

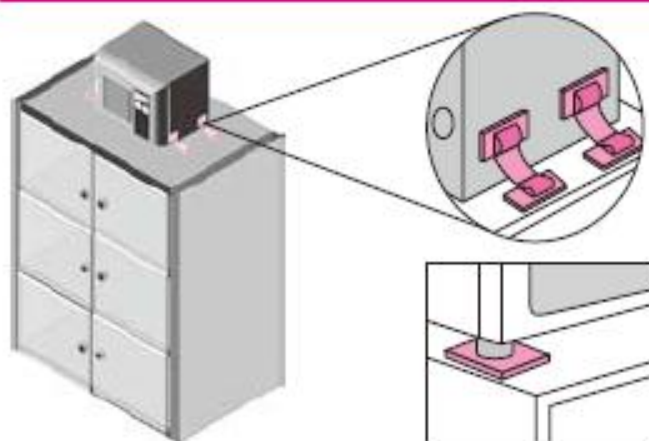


冷蔵庫裏面の取手にベルトを通して、なるべく壁に寄せて固定する。

● 電子レンジの落下・移動防止対策

Point

- 電子レンジ本体を台または壁に固定するとともに、レンジ台を床または壁と固定しましょう。



ストラップ式を用いて電子レンジを固定した例

粘着マット式を用いて電子レンジを固定した例

3.7 コピー機・引き出し型収納ラックの地震対策

● 複写機・複合機・デジタル印刷機の転倒・移動防止対策

Point

- キャスターをロックし、アジャスターを使用しましょう。
- ベルトなどで壁面に連結しましょう。

ベルト式器具などで壁面に
連結します

キャスターは必ずロック
します

アジャスターを使用します

! 一般的なコピー機（複合機）は、使用時重量が150kg程度となり、移動すると大変危険なため、転倒・移動防止対策が重要です。

※機器によって固定方法が異なります。取扱説明書に従い固定するか、メーカーに問合せて適切な方法で固定してください。

● 引き出し型の収納ラックの注意点

Point

- 引き出し型の収納家具
 - ・引き出し方向と揺れの方向が一致した場合に引き出しが飛び出すことによって、重心位置が移動し転倒します。
 - ・引き出し式の収納家具には、なるべく重いものは収納しないようにしましょう。
 - ・引き出しにラッチが付いているものを選択しましょう。



写真6 引き出し型の収納ラックの被害事例（東日本大震災）

付録 技術資料

本技術資料は、キャビネット・書架・物品棚等の転倒・移動防止を実施するに当たり、対策を設計・施工する施設関係者、地震対策関係者、施工業者等向けに、定量的な計算方法に基づいた検討結果を踏まえて作成した具体的なアンカーの選定方法等を示すものです。

地震対策の外力となる地震力には「設計震度」が採用されています。また、「シェルフの壁固定の方法」、「シェルフの自立固定の方法」では、具体的に床や壁へ固定するアンカーの種類を示しました。各設置場所の状況に合わせた具体的な検討の際に、この資料を参考にしてください。

なお、地震対策の技術的な詳細については、「東北大学教育研究用機器転倒防止技術指針」を参照してください。

A. 設計震度

棚の転倒・移動防止については局部震度法^{*1}を適用する。一般的な本棚や物品棚は一般機器であり、耐震クラスAとする。薬品棚や重要物品を収納している場合には重要機器であり、耐震クラスはSである。このほかに特殊な収納物や利用により特別重要物品の場合には、耐震クラスはSである。これらの設置階での設計震度^{*2}を表1に示す。

局部震度法とその適用方法の詳細については、地震対策技術指針を参照のこと。

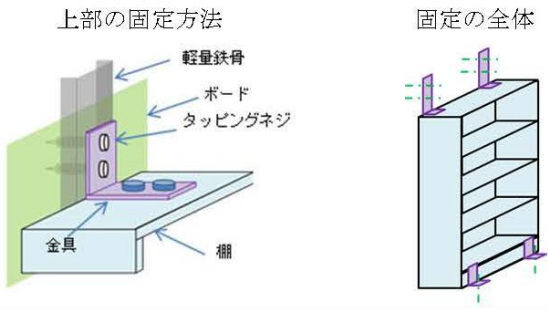
表1 設定した耐震建物における棚類の設計震度

	薬品棚 重要物品収納 (耐震クラス S)		本棚・物品棚 (耐震クラス A)		参考 (耐震クラス B)	
	水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直
上層階、屋上及び塔屋	2.0	1.0	1.5	0.75	1.0	0.5
中間階	1.5	0.75	1.0	0.5	0.6	0.3
1 階及び地下階	1.0	0.5	0.6	0.3	0.4	0.2

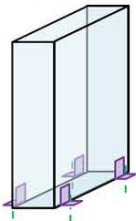
局部震度法^{*1}：対象となる物品に働く地震力を設定し、この地震力で転倒・移動が発生しないように固定点に必要な耐力を算出し、固定方法や固定金具を選定する方法。

震度^{*2}： 物品に作用する地震力は「震度」によって設定する。この震度は作用加速度を重力加速度で除した係数であり、水平成分と鉛直成分に分けて設定する。地震による被害の多くは水平成分の地震力によるものであるが、鉛直成分も考慮する。

B. シェルフの壁固定の方法

対象	○地下階～中間階設置、250kg 以下（高さ 2.0m 程度）の本棚や物品棚（水平設計震度 1.0） ○地下階～中間階設置、150kg 以下（高さ 1.2m 程度）の薬品棚（水平設計震度 1.5）	
固定方法	基本的な固定方法 ○壁と床の両方に固定 ○固定の支点は壁と床にそれぞれ幅 1m あたり 2 カ所以上 ○建物ごとに壁や床の構造を確認して固定方法を検討	
	固定例（軽量鉄骨下地中空壁） 	
支点対象		アンカーの種類と固定方法
壁	軽量鉄骨下地中空壁	壁背面の軽量鉄骨に固定。1カ所あたり2本のタッピングネジ、もしくは1本の中空壁用ボルトで固定。
	コンクリート壁	M6以上のメカニカルアンカーを利用。
	画架	画架が設置された軽量鉄骨下地中空壁もしくはコンクリート壁にそれぞれの方法で固定。
床	フリーアクセスフロア	棚の大きさやフリーアクセスフロアの構造によって、フロア材への固定、床スラブ（コンクリート床）への固定を選ぶ。フロア材への固定には、φ5mm以上のドリルネジや中空壁用ボルトを利用。
	コンクリート床	5mm以上のコンクリートネジや M6 以上のメカニカルアンカーで固定。
対象外の対処	建物の最上階や重要物品、重量の大きな棚 強度の高い仕様のアンカーの選定、支点数を増やす、床固定の併用、補助固定としてボード固定 オフィス家具では専用オプションもある販売店に問い合わせ	

C. シェルフの自立固定の方法

対象	○地下階～中間階設置、250kg 以下（高さ 2.0m 程度）の本棚や物品棚（水平設計震度 1.0） ○地下階～中間階設置、150kg 以下（高さ 1.2m 程度）の薬品棚（水平設計震度 1.5）	
固定方法	基本的な固定方法 ○床に片側幅 1m あたり 2 カ所以上の支点とし、両側で固定する。 ○支点のアンカーの仕様は左右同一とする。 固定例 	
支点対象		アンカーの種類と固定方法
床	フリーアクセスフロア	床アンカーに大きな引抜耐力が要求されるため、床スラブへの固定を行う。固定方法はコンクリート床に従う。フリーアクセスフロアの構造によっては、フロア材を取り外さず固定も可能な場合がある。
	コンクリート床	M10 以上のメカニカルアンカーやケミカルアンカーで固定。
対象外の対処	塔状比の大きな棚、重要物品、重量の大きな棚 1m あたりの支点数を増加、付近の棚と連結。 自立固定には太いアンカーが求められ、施工が困難となるため、低い棚への交換や積載物の減量が重要	

おわりに（地震時の行動のポイント）

地震の揺れを感じたり、緊急地震速報を受信したときは、まず身の安全を確保することが最優先の行動となります。

丈夫なテーブルの下や、物が「落ちてこない」、「倒れてこない」、「移動してこない」安全な場所（安全スペース）に身を寄せ、揺れがおさまるまでようすをみることで、けがを防止することができます。研究室の中に安全スペースがない場合は、事前につくっておきましょう。

そして、室内空間の地震対策は、担当者だけで取り組むのではなく、研究室等の組織による検討や対策が不可欠です。本ガイドラインによる機器の転倒防止が研究室等における安全・安心な教育研究活動に役立てば幸いです。

教育研究用機器転倒防止ガイドラインWG委員一同

参考文献

1. 東京消防庁：家具類の転倒・落下・移動防止対策ハンドブックー室内の地震対策一、平成25年8月
2. 東北大学工学研究科等安全衛生委員会：東北大学工学研究科室内物品地震対策ガイドライン、平成24年9月
3. 東北大学工学研究科等安全衛生委員会：東北大学工学研究科における東日本大震災の地震被害報告書、平成24年3月

謝辞

本ガイドラインを作成するにあたり、東京消防庁による「家具類の転倒・落下・移動防止対策ハンドブックー室内の地震対策一」を参考にさせて頂きました。深く感謝の意を表します。

WG検討委員（五十音順）

- 阿部 昭（災害科学国際研究所・事務長）
○大野 晋（災害科学国際研究所 地域地震災害研究分野・准教授）
小野一隆（工学研究科キャンパスデザイン復興推進室・特任准教授）
佐藤 健（災害科学国際研究所 災害復興実践学分野・教授）
古川 幸（工学研究科都市・建築学専攻・助教）
本間 誠（工学研究科健康安全管理室・技術専門職員）
◎源栄正人（災害科学国際研究所 地域地震災害研究分野・教授）

◎：WG長 ○：WG幹事