

教育研究用機器等の転倒防止 ガイドライン

（教育研究用機器対策事例編）

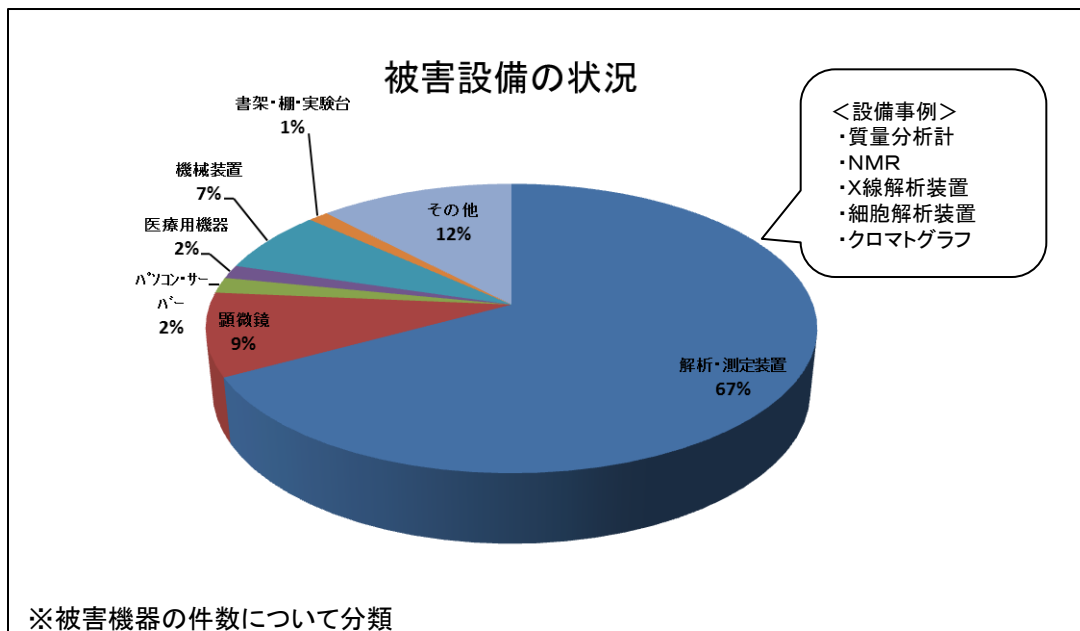
教育研究用機器転倒防止ガイドラインWG

事例編について

本編は、WGによる各キャンパス地震対策現地調査の中から、複数の部局において多数設置される教育研究用機器のうち、代表的な地震対策事例について専門的な知見から考察を加えたものです。被害総額約245億円のうち、被害額が1000万円以上の機器は全体の約7割を占めます。その被害額1000万円以上の機器約400件について、分類すると以下ようになります。本編で取り上げる事例は、各分類の代表例であり、今回被害を受けた本学の教育研究用機器の代表的な事例でもあります。

現地調査を行った機器は、何らかの地震対策が施されていますが、一方で、施した対策にどの程度の効果があるのか不明であったり、完全に信頼のおける対策には至っていない、という課題が生じています。具体的には、地震対策における法的根拠や計算を行うための基準が不明確であったり、保証制度などを含めた総合的な対策を行うことが難しい状況であること等が挙げられ、これらは重要/高価な機器に対し本棚レベルの対策を行う、といったミスマッチを生じさせています。このほか、機器自体の耐震性能や導入時の発注仕様、コスト負担など、解決すべき問題は多岐にわたっています。

これらの問題を直ちに解決することは非常に困難ですが、現在行われている地震対策を理解し、残った問題を認識することで、最低限の対策を直ちにを行う動機付けや運用による対応を含めた地震対策への積極的な取組みを推進しようとするものです。



本編を参考に現状の地震対策を改めてご確認いただき、改善に努めていただきたくお願い申し上げます。特に、当該実験機器の重要性や価値、災害時危険性を改めてご認識ください。未対策の機器につきましては、出来ることから直ちに対策を実施していただき、安心と安全を確保した実験機器運用を期待するところです。

現地調査にご協力いただいた各部局、各研究室の皆様に改めて感謝申し上げます、引き続き事例収集、情報提供にご協力賜りたく学内外の皆様に重ねて願います。

- ・教育研究用機器の対策の前に基本ガイドラインをご覧ください、基本的な事項に対する理解を深めると共に、周辺対策を行ってください。
- ・本編は、事例をビジュアルで理解し、お手持ちの機器へ応用する際の参考としていただける他、対策の自主評価、問題整理に便利です。
- ・このほかに定めている東北大学教育研究用機器転倒防止技術指針は、仕様の策定、メーカーや代理店との技術的打合せに適していますので、併せてご活用ください。

※本編における地震対策評価基準は下記によります。

- ・現地調査による目視確認
- ・現地調査時のヒアリング内容
- ・一部メーカー、代理店担当者ヒアリング内容

※注意事項

- ・免震（免振）：地震対策機能
- ・除振、防振：測定精度保持機能（地震対策機能ではない）

※対策が困難なとき

- ・整理整頓や機器の配置換えにより安全性が高まる場合もあります。
- ・「大きな地震の時には近寄らない」等の注意喚起を行ってください。

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

目次

事例編について

具体的な地震対策の事例

1 共焦点レーザー顕微鏡	1
2 NMR	2
3 質量分析計	3
4 イオンビーム加工解析装置	4
5 多機能薄膜材料評価X線解析装置	5
6 ナノスピンドバイス輸送特性測定システム	6
7 DNAシーケンサー	7
8 高速液体クロマトグラフ	8
9 電子顕微鏡	9
10 アンプル払出機	10
11 書架	11
12 マニピレーター、フェムトジェット、全自動細胞解析装置	12

具体的な地震対策の事例

1 共焦点レーザー顕微鏡

以前の地震対策と被害

【地震対策】4階に設置。特段の地震対策なし

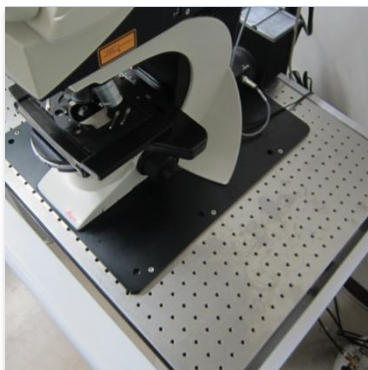
【被害】本震，余震(2011/4/7)でも転倒

主な地震対策

設置場所を上階から揺れの小さな2階オープンラボへ移動

地震対応の除振台を採用

1000万円の装置に対し、除振台は70万円



総評

地震の揺れが小さくなる，下階に移動した効果は大きい。

顕微鏡を除振台に設置した例が多いが，一般的に除振台は測定精度を保持する機能を持つものであり，耐震効果については，メーカーへの十分な確認が必要である。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	適切
構造、設置階考慮	○	設置場所を低層階に移動
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	特に危険物はない
機器塔状比の確認	○	適切
合理的固定方法の選択	○	適切
架台、設置棚の強度確認	△	地震時の除振台の性能不明
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	○	適切に対応
性能限界の設定	△	災害発生後の使用継続性未検討
設計震度、局部震度法計算	×	設計震度が不明

具体的な地震対策の事例

2 NMR

以前の地震対策と被害

【地震対策】1階床を下げ、免震台を設置

【被害】装置の損傷はなし

主な地震対策

建築設計上、1階床を半地下状に下げ、免震台を設置（震災前と同様）



総評

もともと危険性が高い機器として、設置時に安全性の確認(1階に設置等)がメーカーの指導のもと十分に行われている。

安全性のみならず、地震時における使用性^(*)をも考慮した設計が望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	
構造、設置階考慮	○	設計時からの建築的対応
機器レイアウト対応	○	設計時からの建築的対応
床、壁条件の確認	○	設計時からの建築的対応
薬品、危険物対策	○	危険性高い。機器の転倒防止が重要
機器塔状比の確認	○	メーカー性能保証
合理的固定方法の選択	○	メーカー性能保証
架台、設置棚の強度確認	○	メーカー性能保証
機器自体の耐震性能	△	詳細不明
機器重要度の設定	○	機器の重要性に見合った対策
性能限界の設定	○	危険防止を考慮した対策
設計震度、局部震度法計算	△	詳細不明

(*)「東北大学教育研究用機器地震対策技術指針」参照のこと

具体的な地震対策の事例

3 質量分析計

以前の地震対策と被害

【地震対策】架台にフリーの状態で設置

【被害】移動(キャスター付/落下はせず)、一部机の上の装置が落下

主な地震対策

機器同士をバンド固定

バンドによりキャスターと固定

机やキャスターの固定なし



総評

架台に機器をバンド固定することで、十分な落下対策はなされている。

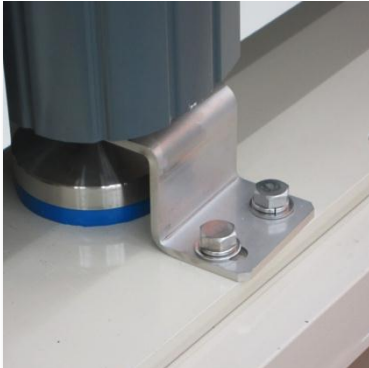
使い勝手の問題から架台が床や壁に固定されていない。転倒しにくいプロポーションの架台に変更するか、着脱が容易な固定方法の導入が推奨される。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	部屋全体が整理整頓されている
構造、設置階考慮	×	不明
機器レイアウト対応	○	問題無し
床、壁条件の確認	×	不使用時固定すると被害確率低減
薬品、危険物対策	-	特に危険物はない
機器塔状比の確認	×	重心が高く不安定な状況
合理的固定方法の選択	△	使用勝手とのバランス
架台、設置棚の強度確認	×	上載装置に比べ台が小さい
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	×	対策は最低限
性能限界の設定	×	実験上頻度高い/対策は最低限
設計震度、局部震度法計算	×	不明

具体的な地震対策の事例

4 イオンビーム加工解析装置

以前の地震対策と被害
【地震対策】制振装置（アクティブ制御）を導入
【被害】本体は損傷なし。コンポーネントの脱落、振動による部品の故障
主な地震対策
機器設置時より制振装置（アクティブ制御）を導入
一部制振台に固定されない箇所は、ゲルで固定
コンポーネントがずれ長いアームは破損したが、継続利用



総評
アクティブ制御制震装置を有しており、耐震性能は非常に高い。また、震災時の経験に即し、適切な対応(機器の架台への固定など)を行っている。 制振装置の性能限界を、機器管理者も把握しておくことが望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	適切(動線の十分な確保)
構造、設置階考慮	○	適切(当該階に加速度計が配置)
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	適切
合理的固定方法の選択	○	適切
架台、設置棚の強度確認	○	機器主要部は制振装置上に設置
機器自体の耐震性能	○	機器主要部は制振装置上に設置
機器重要度の設定	○	適切に対応
性能限界の設定	△	制振装置の設計で設定している？
設計震度、局部震度法計算	△	同上

具体的な地震対策の事例

5 多機能薄膜材料評価X線解析装置

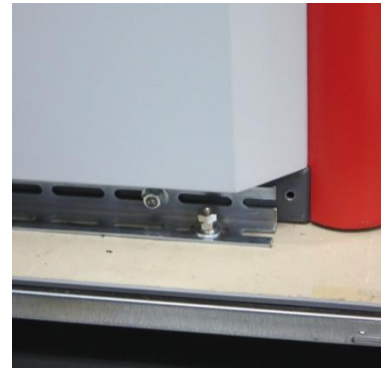
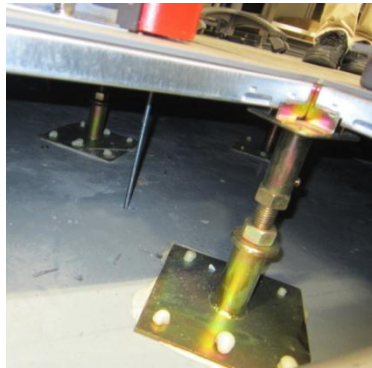
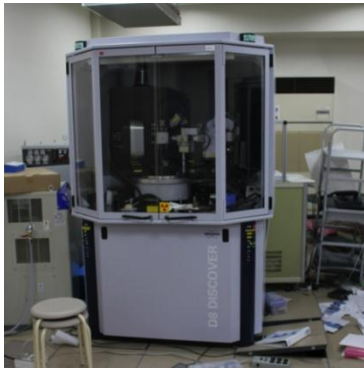
以前の地震対策と被害

【地震対策】 アングルをOAフロアのパネルに固定

【被害】 パネルの浮き上がり

主な地震対策

コンクリートスラブに直接長ボルトでアンカー



総評

OAパネルへの固定を、コンクリートスラブ固定に変更したことは評価が高い。

震災時に長ボルトの横ブレが予想される。また、長ボルト径の選定過程が不明であり、OAフロアの直下に架台を設けるなどの対処法が考えられる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	適切(動線の十分な確保)
構造、設置階考慮	×	不明
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	適切
合理的固定方法の選択	△	長ボルトの横ブレが予想される
架台、設置棚の強度確認	-	架台なし
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	△	適切な対策だが、やや不安が残る
性能限界の設定	×	不明
設計震度、局部震度法計算	×	設計震度が不明

具体的な地震対策の事例

6 ナノスピンドバイス輸送特性測定システム

以前の地震対策と被害

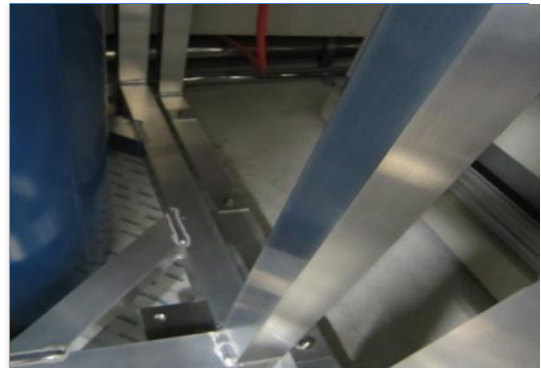
【地震対策】なし

【被害】機器本体の転倒

主な地震対策

金属フレームを製作、設置

二重構造のフレームは、外側フレームが床面に固定



総評

機器の危険性や設置条件(床ボルト固定が不可能)を適切に把握した良い対応。

フレーム設計時に、地震力を想定し、それに対応する性能(無損傷、修復可能な損傷など)を設定することが望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	実験中は無人
構造、設置階考慮	○	設置階移動は困難(シールド必要)
機器レイアウト対応	○	仕様により制限/適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	○	電波遮断で無人で実験/液体窒素
機器塔状比の確認	○	適したフレームの軸組み
合理的固定方法の選択	○	仕様に対応した対策(業者実施)
架台、設置棚の強度確認	△	設定地震力の検討せず
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	○	適した対策
性能限界の設定	×	不明
設計震度、局部震度法計算	×	不明

具体的な地震対策の事例

7 DNAシーケンサー

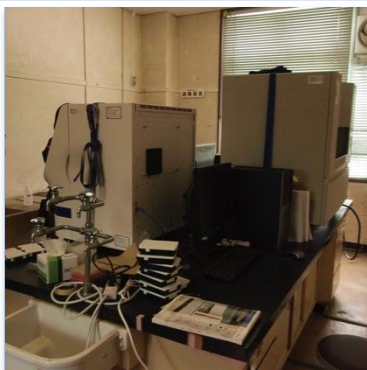
以前の地震対策と被害

【地震対策】 不明

【被害】 振動で故障(詳細は不明)

主な地震対策

バンドで固定(バンドは架台にアンカー)



総評

機器を頑強な机にバンドで固定し、落下防止に努めている。

塔状比が比較的高い機器を、台の際にバンドのみで固定している点は不安が残る。機器の背を壁に沿わせることや、機器の滑動を防ぐ処置が望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	室内は整理されている
構造、設置階考慮	-	不明(*1)
機器レイアウト対応	△	塔状比が大きい
床、壁条件の確認	-	不明(*1)
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	△	塔状比に対し対策が十分とは言えない
合理的固定方法の選択	△	機器の滑動を防ぐ対策が必要
架台、設置棚の強度確認	-	不明(*1)
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	-	不明(*1)
性能限界の設定	-	不明(*1)
設計震度、局部震度法計算	-	不明(*1)

(*1) 機器管理者に未確認

具体的な地震対策の事例

8 高速液体クロマトグラフ

以前の地震対策と被害

【地震対策】なし

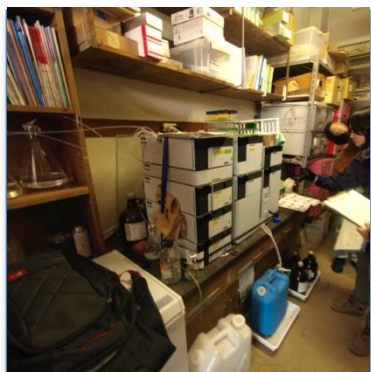
【被害】台からの転倒

主な地震対策

3つのユニットを1本のベルトで結束。各ユニットはゲルで架台に固定

ユニット同士は間の注入・排出管をよけるために30mmほどの隙間

ユニット同士の衝突防止はなされていない



総評

実験台にバンドで機器を固定することで、落下の危険性は減少。

機器自体の対策以外にも、落下物で機器が破損する可能性が考えられるので、機器周辺環境を整備することが望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	△	狭い通路、頭上に積載物多数
構造、設置階考慮	×	不明
機器レイアウト対応	×	生活動線と実験動線が混在
床、壁条件の確認	△	
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	△	不明
合理的固定方法の選択	△	転倒防止は○/ユニット同士の衝突防止が必要
架台、設置棚の強度確認	×	架台を床に固定せず
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	△	対策は最低限
性能限界の設定	×	不明
設計震度、局部震度法計算	×	不明

具体的な地震対策の事例

9 電子顕微鏡

以前の地震対策と被害

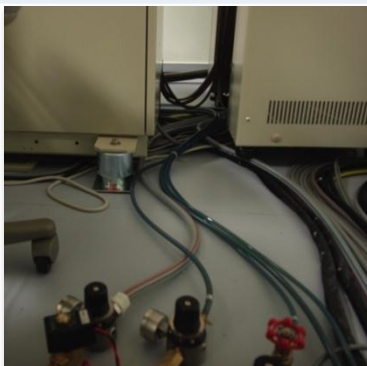
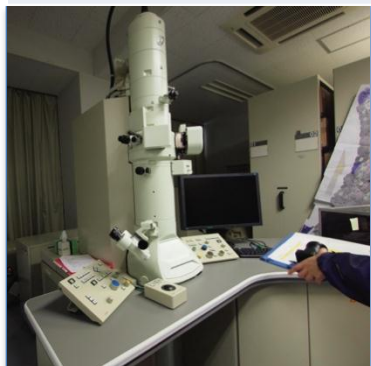
【地震対策】防振装置あり(免震ではない)

【被害】折り上げ天井部を突き破り、全体が転倒し破損

主な地震対策

背が低く幅がある同型の新製品を選定

防振装置あり(免震ではない)



総評

機器の塔状比を下げるなどの工夫や、メーカー協力のもと対策を行った点は評価。

管理者のみならずメーカー側においても防振と免震の混同がみられる。防振装置に耐震効果を期待するのは危険であり、メーカーでの十分な確認が必要である。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	適切(動線の十分な確保)
構造、設置階考慮	○	設置時に業者に確認
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	塔状比を下げる
合理的固定方法の選択	△	仕様により対策に制限/防振であり地震時に効果は期待できない
架台、設置棚の強度確認	○	メーカー性能保証
機器自体の耐震性能	○	メーカー性能保証
機器重要度の設定	△	防振と免震の混同がみられる
性能限界の設定	△	使用限界目標と思われるが明快でない
設計震度、局部震度法計算	×	メーカーによる設計震度が不明

具体的な地震対策の事例

10 アンプル払出機

以前の地震対策と被害

【地震対策】大きな機器であることから被害を想定しておらず無対策

【被害】ユニットが個別に移動。全ユニットを貫通するレールに不具合

主な地震対策

各ユニットを上部で連結

各ユニット脚部にゴムを装着し床面との摩擦抵抗を増加

各ユニットを床にアンカー(メーカー保証)



総評

メーカーが既往の設計指針に沿ってアンカー等の設計を行い、実施した点は非常に評価が高い。

故障原因のユニット同士の相対移動防止に対する設計を施すことが望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	適切(動線の十分な確保)
構造、設置階考慮	○	適切
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	メーカー性能保証
合理的固定方法の選択	○	メーカー性能保証
架台、設置棚の強度確認	○	メーカー性能保証
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	○	適切に対応
性能限界の設定	×	不明
設計震度、局部震度法計算	○	メーカーが設定・実施(*1,2)

(*1) 非構造部材の耐震設計指針・同解説および耐震設計・施工要項」日本建築学会

(*2) 地震体験車を利用し、震度7程度の揺れでも破損しないことを確認(機器連結部は未検証)

具体的な地震対策の事例

11 書架

以前の地震対策と被害

【地震対策】

【被害】本の落下

主な地震対策

メーカーが推奨する本棚連結梁端に三角上の鋼板スチフナを設置



総評

本棚同士を上部連結させた転倒防止方法は、効果が高い。

現在は逃げ場を確保し地震時には本を落下させる方針をとっているが、貴重な資料保全のためには、本の落下を防止する対策が望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	△	公共の場としては避難路が少ない
構造、設置階考慮		不明
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	メーカー保証
合理的固定方法の選択	△	追加スチフナは本棚転倒に効果なし
架台、設置棚の強度確認	○	メーカー保証
機器自体の耐震性能	○	メーカー保証
機器重要度の設定	○	メーカーと相談の上で対応
性能限界の設定		不明
設計震度、局部震度法計算	×	設計震度が不明

具体的な地震対策の事例

12 マニピレーター、フェムトジェット、全自動細胞解析装置

以前の地震対策と被害

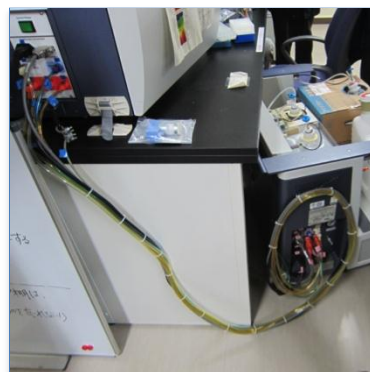
【地震対策】8階に設置。対策は特になし。

【被害】機器後部の非構造壁へ衝突。落下はしなかったが衝撃で故障

主な地震対策

下階で被害が皆無/少なかったことから、1階に移動

架台にゲル止めのバンドで落下防止



総評

地震時の揺れが小さくなる、1階に移動した効果は非常に大きい。

衝撃で故障したという点から、落下や転倒防止だけでは地震時の損傷が防げない可能性がある。機器本体の耐震性能についても確認が望まれる。

チェック項目	対策状況	コメント
人命尊重、避難動線確保	○	通路確保は十分
構造、設置階考慮	○	設置階を下階に移動
機器レイアウト対応	○	適切
床、壁条件の確認	○	適切
薬品、危険物対策	-	
機器塔状比の確認	○	適切
合理的固定方法の選択	○	適切
架台、設置棚の強度確認	△	架台は床に固定せず
機器自体の耐震性能	×	不明
機器重要度の設定	○	適切に対応
性能限界の設定	×	不明
設計震度、局部震度法計算	×	設計震度が不明