

BCP対策と自分の命を守る 耐震固定方法の検討 (試験室の耐震化)

有限会社 キョウエー

電話054-271-7320

E-mail kyouei@tokai.or.jp

神戸市環境保健研究所の被害

研究所内の惨状(朝発生の為、人的被害無)

所内を点検したところ、今回の地震は最初に瞬間的な縦揺れによる上下動のあと、激しい横揺れが続いたということであり、各フロアのすべての部屋で、ほとんどの機器が床に落ちたり、転倒して壊れたり、位置を変えたりしていた。

さらにその上に棚やスチール家具が倒れて、書類、ガラス、プラスチック器具、試薬などが破損、足の踏み場もない状態になっていたり、扉が歪んで開かない、又は戸棚が入り口をふさいで中に入れないなど、予想をはるかに上まわる被害であった。(図1,2)。

冷蔵庫や冷凍庫がたおれて扉が開き中のものかとびだしている所もあったが電源が切れているので、それを回収することもできなかった(図6)

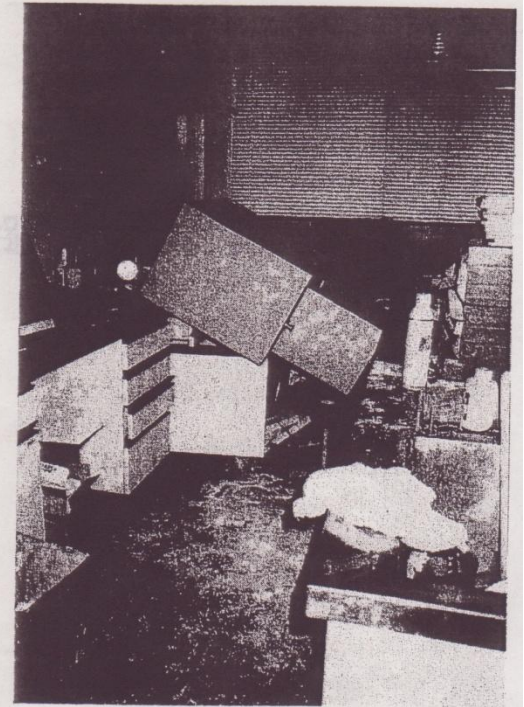


図1 床上にガラス、プラスチックが散乱していた

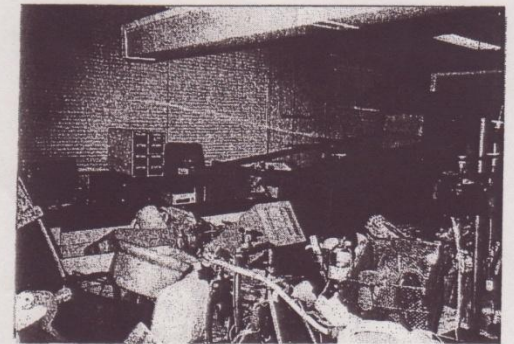


図2 実験台上の惨状

透過型顕微鏡、走査電子顕微鏡、ガスマス、超遠心機のような大型機器でさえ位置を変えたり、各パーツが離れてしまったりしていた。

ガスボンベが倒れ、導管で接続されていた機器が引き倒されたり、飛んで壊れているものも、目立った。(図3)。

壁面にはひび割れがいたるところにみられ、特にドアの直角部(隅)から斜めに走るものが多かった(図4)。

3階では薬品庫を中心に廊下に刺激性の白いガスが漂い、近寄ると激しく咳き込むような状態であった。昼過ぎには、そこから振動を伴う爆発音が5.6回も連続したため、パトロール中の警官の誘導で一同外に待機した。また、消防署にも連絡し点検を受け、出火の恐れがないことを確認したうえ、薬品庫を一時閉鎖した。(後略)

神戸市環境保健研究所報 第23巻
「阪神・淡路大震災の記録」より、転載



図6 冷蔵庫から飛び出した試験管類

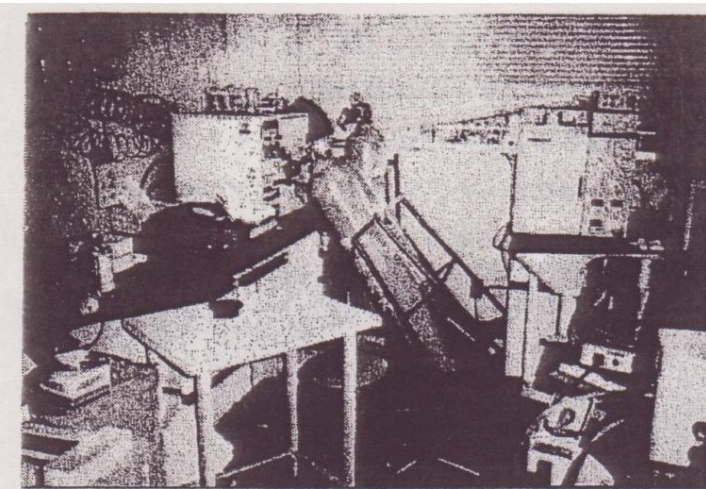


図3 ガスボンベが倒れハンマーとなった

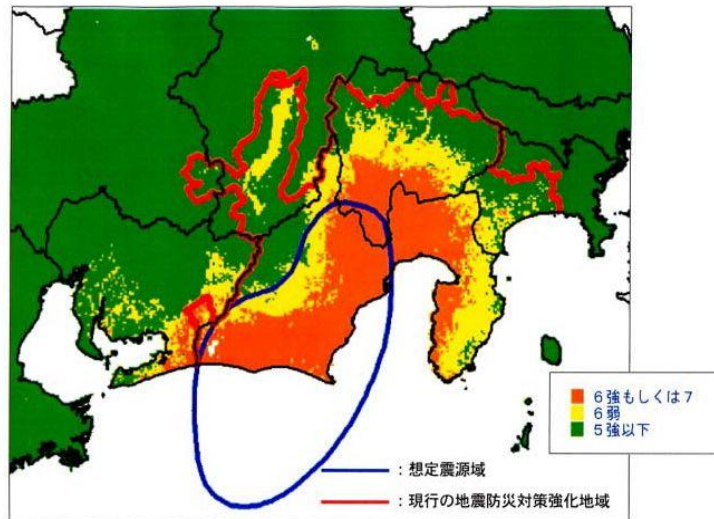
2009. 8.11 駿河湾地震(M6.5)



予測される東海大地震(M8級)は、180倍以上のエネルギーで有る。
震度7の揺れが1分から2分続くと言われています。

東海地震(とうかいじしん)とは駿河湾内に位置する駿河トラフで周期的に発生する海溝型地震。マグニチュード8級と想定される。(出典: Wikipedia)

地震防災対策強化地域の検討の基とする想定震度分布



予測される東海大地震(M8級)・は、駿河湾地震(M6. 5)の 180倍以上のエネルギーで有る。

東海地域(駿河湾から御前崎)を震源域とする地震。

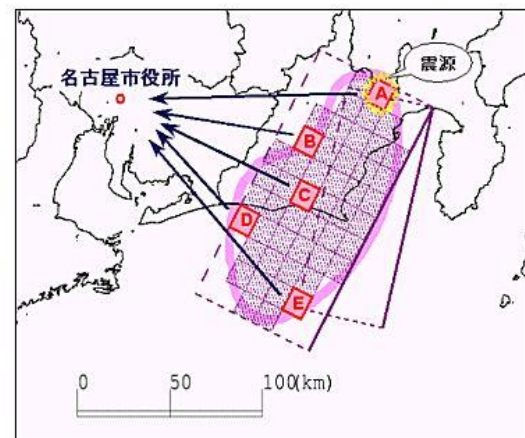
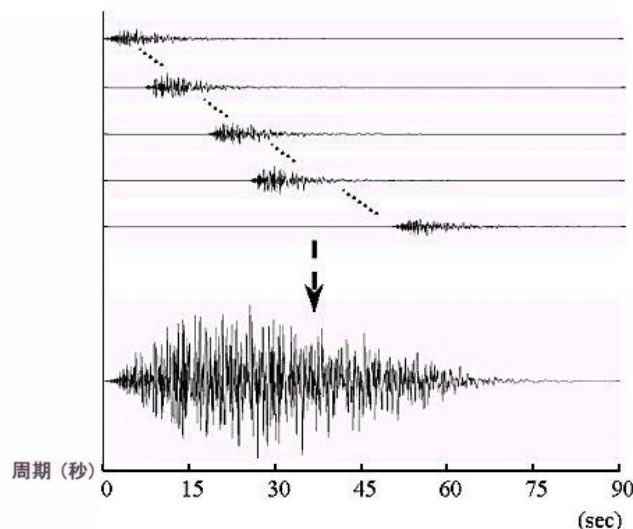
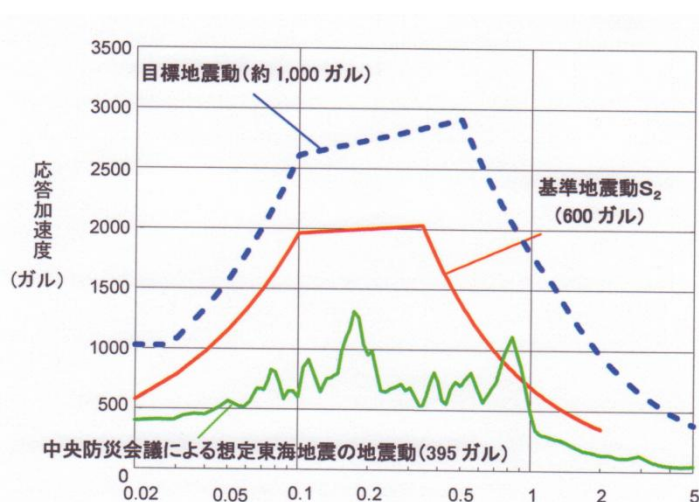
1498年(明応7年) M8.4 震災地域=東海道全般
被害状況→津波。伊勢大湊で流出家屋1,000棟、死者5,000人。志太郡地方で流死26,000人。

1605年(慶長9年) M7.9 慶長地震 被害状況→津波。浜名湖付近の橋本で100棟中80棟流出し、死者多し。

1707年(宝永4年) M8.4 宝永地震 被害状況→倒壊家屋60,000棟以上、死者20,000人。袋井全滅。津波。御前崎で地盤隆起。

1854年(嘉永7年) M8.4 安政東海地震 被害状況→倒壊焼失家屋約30,000棟、死者2,000～3,000人。津波。御前崎で地盤隆起。

東海地震に備えて耐震固定のレベルは？



目標地震動は、約1,000ガル(岩盤上における地震の揺れ)である。
(中電浜岡原発耐震裕度向上工事より)

- 地震動予測手法の概念図(想定東海地震による名古屋市役所地点における地震動予測の例2011.9 岐阜大 地震工学研究室)
- (静大防災センターでは、県内では震度7の揺れが1から2分続くとしている)

上記説より、震度7(目標地震動1000ガル-XYZ軸)に2分間耐える製品の開発を目標とする。

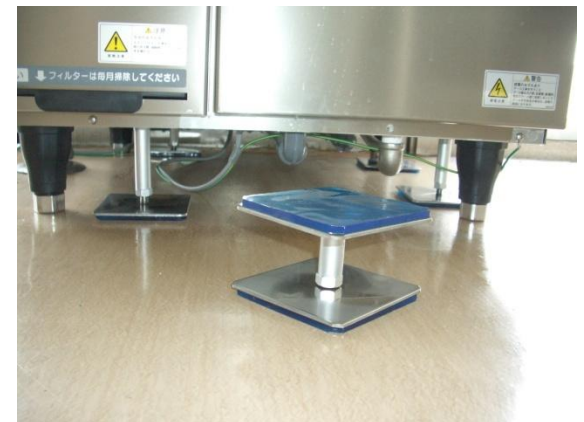
大事な人命、貴重な財産を守る穴 を開けない耐震固定の提案

震度7の揺れが2分間でも大丈夫

マットと、金具の併用により試験機器の固定が可能となる。
(マットのみでは、メンテ時、簡単に取り外しができない。)

【1】震度7クラステスト済の
超粘着振動吸収マット(PL保険加入済)
プロセブン(株)製採用

【2】震度7の揺れが2分間でも大丈夫
ガッチリ固定し、分解 possible の
金属製固定金具(施工保険加入済、
特許申請中) (株)セノ製採用



提案製品の耐震性能実証実験

(1) 日時; 平成21年4月24日

①再現試験午前10時40分 ②③体験乗車 午前11時

(2) 場所: 静岡市商工会議所駐車場

(3) 主催者: (社) 静岡県計量協会 環境計量証明部会

(4) 方法: 起震車を使用して模擬試験室内の機器を検証

(5) 起震車の性能: XYZの6方向の地震波を再現可能

(6) 実験内容:

①新潟中越地震と阪神・淡路大震災を連続して再現

②起震車内部より、模擬試験室を撤去後、体験乗車

③富士常葉大学環境防災学部による人体への影響実験

ガスクロが揺れて、恒温水槽が落ちるビデオ参照下さい。

使用した起震車の性能

震7度
公開実験体験コーナー
地震実験車

次回実験(体験)開始

場所
特設会場

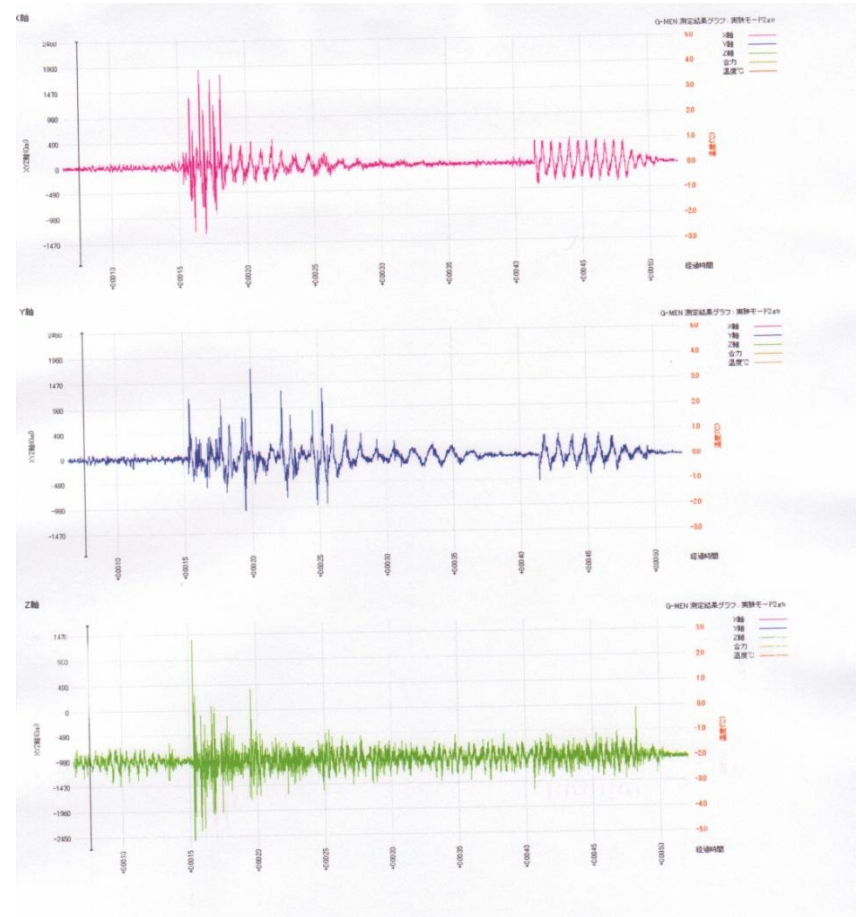


再現地震デモンストレーション

想定	震度
東南海・南海地震	M8クラス
新潟中越地震 2004(平成16)年10月23日	M6.8
北海道南西沖地震 1993(平成5)年7月12日	M7.8
兵庫県南部地震 1995(平成7)年1月17日	M7.3
関東大地震 1923(大正12)年9月1日	M7.9

www.Pro-7.jp

過去の大地震の再現試験が可能。



気象庁提供の阪神・淡路大震災の波形

超粘着振動吸収マットの特性

震度7クラスOK!

**震度7(阪神大震災級)の
耐震テストで、証明された実力。**
(JQA試験では1000ガルをクリア)
ホームページにて耐震テストの映像をご覧になれます。

Pro-7[®] 耐震Mat

プロセブン

安心&安全のため、公的機関の試験を受けています。

耐震性

耐震試験 JQA認定

1000ガル(神戸波:818ガル)クリア (財日本品質保証機構)

接着性

接着力試験

100mm×1枚→2127N (財日本品質保証機構)

難燃性

燃焼試験

UL-94: V-0適合 (財化学物質評価研究機構)

安全性

オフガス(VOC)分析試験

VOC定量=不検出 (財化学物質評価研究機構)

耐久性

耐加水分解性試験

温度80℃、湿度90%、恒温恒湿槽にて7日間放置。
結果:外観変化無し、硬度、接着力も許容範囲内。大阪市立工業研究所

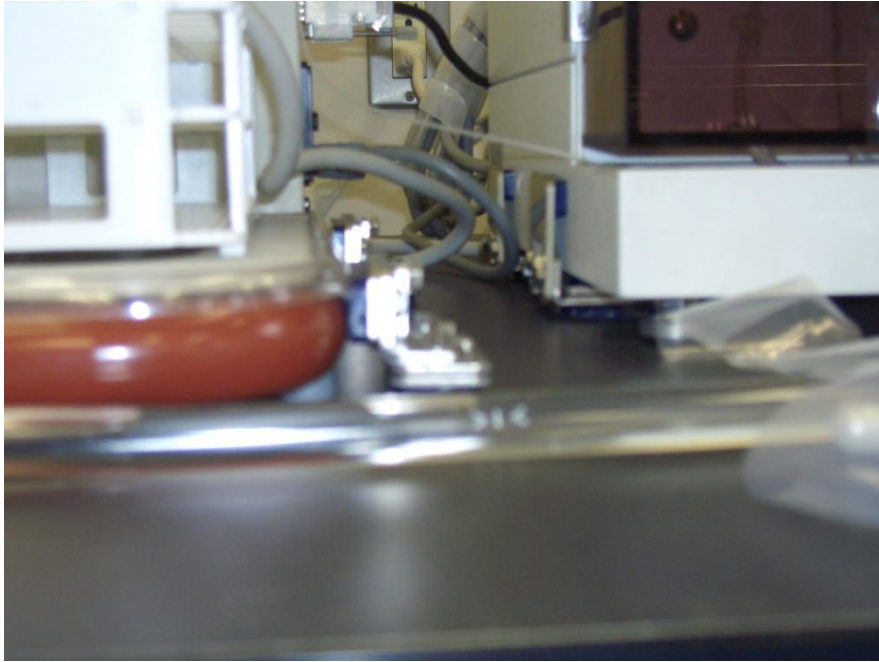
第3章 性能

物性データ

プロセブン耐震マット			Pマット	Gマット	Sマット	試験結果
試験項目	単位					
外観	—		無色軟質体	無色軟質体	無色軟質体	—
比重	—		1.07	1.07	1.12	—
硬度(デュロメータ Eタイプ)	—		E33	E28	E32	—
硬度(アスカー Cタイプ)	—		C20~C24	C16~C20	C22~C26	—
圧縮ひずみ	0.00 kg/cm ²	mm	5.00	5.00	3.00	3.1 圧縮延伸
	1.00 kg/cm ²	mm	4.23	4.02	2.67	
	1.25 kg/cm ²	mm	4.08	3.82	2.60	
	1.50 kg/cm ²	mm	3.94	3.65	2.54	
粘着力(対 sus)	垂直	kgf/cm ²	3.55	2.7	3.39	3.2 粘着力
	水平		1.55	1.23	2.34	
促進耐光性	63℃ 7日間	引張試験	変化なし	—	—	3.3 促進耐光性
耐加水分解性	80℃ 90%RH	引張試験	7日 変化なし	7日 使用可	14日 変化なし	3.4 耐加水分解性
引張強度		kgf/cm ²	12.4	11.6	26.8	
伸び		%	1100	1350	412	3.5 絶縁性
絶縁破壊		kV/mm	10.0以上	4.1	10.9以上	
体積抵抗率		Ω・cm	9.4×10 ¹¹	5.0×10 ⁸	5.3×10 ¹⁴	3.6 反発弾性
反発弾性		%	28	29	7	
オフガス(VOC)分析 常温 24h		mg/kg	検出せず*	検出せず*	検出せず*	3.7 オフガス分析
有害物質 (6品目) ※1		—	検出せず*	検出せず*	検出せず*	3.8RoHS 適合
難燃性		—	V-2 適合	V-0 適合	不適合	3.9 難燃性
薬品耐性	酸	10%塩酸・硫酸	表面の変色	表面の変色	異状なし	3.10 汚染性
	アルカリ	10%水酸化Na	表面の変色	表面の変色	表面の変色	
	有機溶剤	トルエン	異常なし	表面の腫瘍	異常なし	
熱伝導率		Kcal/mh℃	0.146	0.135	0.175	—
自動車内加熱	110℃ 2h	—	異常なし	異常なし	—	—

※1: 特定化学物質利用制限指令

固定具は耐久性が要求される。



固定金具が金属製で有り、粘着マットは40年の耐候試験のデータが有る。



装置側の接着面が剥がれている。
(サムロックによる固定例)

模擬試験室のレイアウト



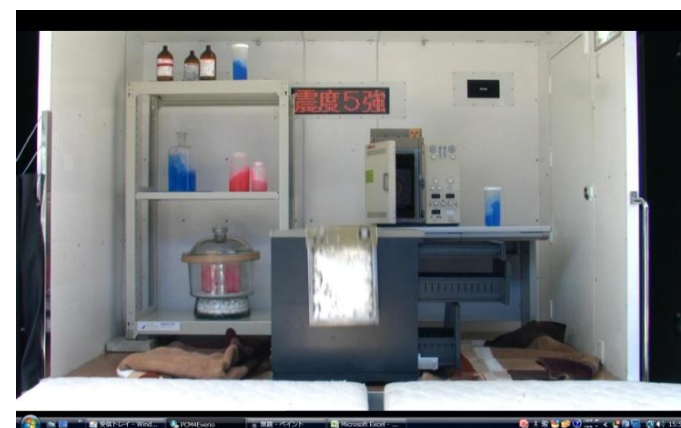
起震車による模擬実験室の新潟中越地震・阪神・淡路大震災 再現実験の結果

実施時間 午前10時40分 場所 静岡市商工会議所内 参加者 環境計量部会員様

No	品名	数量	固定方法(金具名)	固定時期	結果
①	棚	1台ラックスター		前日17時	異状無
①A	デシケーター本体	1台プロセブンマット		前日17時	異状無
①Ab	内臓	中板	1枚プロセブンマット	前日17時	異状無
①Ab		蓋	1ヶガムテープ	前日17時	異状無
①Ac		ポリタン青	1本プロセブンマット	前日17時	異状無
①Ad		ポリタン赤	2本 無固定		横ずれ
①B	ポリタン青	1本穴開きマット		前日17時	異状無
①C	ガラス瓶青	1本プロセブンマット		前日17時	異状無
①D	ポリタン赤	1本 無固定			横ずれ
①E	ガラス瓶	3本穴開きマット		前日17時	異状無
②	パソコン台	1台アジャスター		前日17時	異状無
②A	ガスクロ本体	1台サイドスター		前日17時	カラム恒温槽蓋開く
②Aa	外付 アンプ	3段プロセブンマット		前日17時	異状無
②B	ポリタン青	1本プロセブンマット		前日17時	異状無
②C	ポリタン赤	1本 無固定			落下
③	引出し付き台	1台ラックスター		前日17時	引出し開く
③A	湯煎器	1台 無固定			落下
③Aa	内臓 ポリタン	1本 無固定			落下



恒温水槽が後ろに落ちた



予備実験時は、前に落ちた。

各種固定具の比較耐震試験

実施日：平成21年8月29日

場所 （株）セノ社内

比較製品

[1]ガムロック マット+2本架け

[2]ストッパー 固定金具(マット付)2カ所固定

[3]サムロック 2本架け

固定対象：タワー状のコンクリートブロック(7kg)

試験内容：起震台による震度7相当を2分間加震

接着安定時間：試験前17時間前にセットする



①接着力が不足して、倒れる。②台を固定したら倒れる。③異状無。
の3ケースに分かれました・・・ビデオをご覧ください。

起震台の性能

発生震度;0~7 (明細は下記表に記載)

連続運転時間:60秒(リセット後繰り返し試運転可能)

製作者:プロセブン(株)

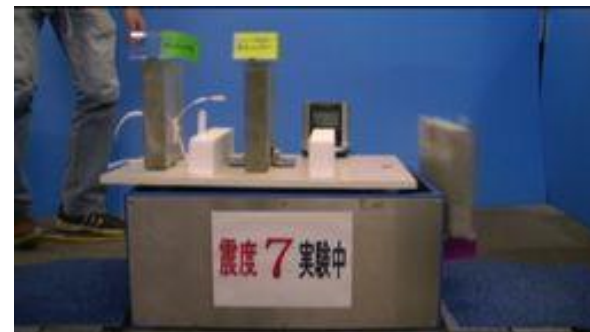
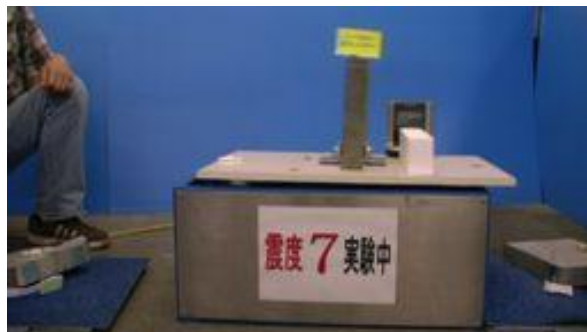
所有者(株)セノ

起震台目盛	震度表示	計測震度	x 軸最大加速度	Y軸最大加速度	水平合成SI値
0	0	0.0	0	0	0.0
1	0	0.0	0	0	0.0
1.5	4	4.1	232	254	7.6
2	4	4.4	222	277	9.0
3	5強	5.1	594	373	31.6
4	6弱	5.8	871	586	46.6
5	6強	6.0	828	820	62.7
6	6強	6.4	911	847	76.7
7	7	6.5	943	907	82.4
8	7	6.5	1000	949	88.1
9	7	6.6	1000	1000	99.1
10	7	6.6	1000	1000	103.1



使用震度計 極小型震度計 OYO-S-1 応用地震計測製

各種固定具 震度7(2分間)加震結果



製品名	固定方法	対象重量	接着後性能 発揮時間	変化 発生 時間	加震結果
ガムロック	側面にベルト2本架け <u>底面にマット</u>	記述無	記述無	1分以内	<u>台を固定したら倒れる。</u>
ストッパー	側面に金具2個取付	56kg/金具2個	6時間後100%	2分間 変化無	<u>異状無。</u>
サムロック 2本架け	側面にベルト2本架け	サムロック 22kg/ベルト2本	20分後50% 24時間後90% 72時間後100%	加震直後	<u>接着力が不足して、剥がれる</u>

各種固定具の比較耐震試験 (サムロック再試験)

実施日：平成21年9月14日

場所 (株) セノ社内

再試験製品 サムロック RT-100

4点装着(ファスナーセット4つ)

固定対象：

タワー状のコンクリートブロック(7kg)

試験内容：

起震台による震度7相当を2分間加震

セット時間

試験前72時間前にセットする

(接着後性能発揮時間 72時間で100%)

取付け方法

2点装着(ファスナーセット2つ)
高さの低いものへの取り付けに使用してください。

4点装着(ファスナーセット4つ)
重量のあるもの、また上部に重量のあるものに使用してください。



対象重量の範囲

モデル	重量の範囲	ファスナー
RT-100	20kg 4個	ファスナー(小) ベルト2本
RT-200	40kg 4個	ファスナー(中) ベルト2本
RT-400	80kg 4個	ファスナー(大) ベルト2本

非常に重いものや高さのある対象物は、追加のファスナーで補強してください。重量用のファスナー、もしくは4コーナーを装着するよう、2セット使用してください。



重ねた状態



サムロック震度7(2分間)加震結果



製品名	固定方法	対象重量	変化発生時間	加震結果
サムロック RT-100 4点装着 (ファスナー セット4つ)	ブロック(7kg) 側面にベルト4本架け (4点接着)	パッケージ表示 22kg/ベルト2本 取扱説明書表示 20kg 4個/ベルト2本	5秒以内	左側ファスナーの 粘着部が剥がれて、 右側に倒れる、

固定金具vsマット (加震耐久試験)



実施日：平成21年9月2日

場所 (株) セノ社内

比較製品及び固定方法

[1]ストッパー(固定金具) ブロック側面に2カ所固定
(プロセブンマットは、金具の床側と装置側に各28cm²使用)

[2]プロセブンマット(28cm²)をブロック底面に2枚使用

固定対象：タワー状のコンクリートブロック(7kg)

試験内容：起震台による震度7相当を2分間加震

接着安定時間：試験前18時間前にセットする

耐久試験状況をビデオでご覧ください。

金具vsマット震度7(2分間)加震結果



製品名	固定方法	対象重量	変化発生時間	加震結果
ストッパー (耐震固定金具)	ブロック側面に2カ所固定	56kg/金具2個 (ブロック7kcの8倍)	2分間変化無	<u>異状無。</u>
プロセブンマット	ブロック底面に2枚使用	56kg/マット2枚 (ブロック7kcの8倍)	1分間経過後	マットがよじれて丸まり。ブロックが倒れた。

1.高額分析機器(LCMS)の固定例

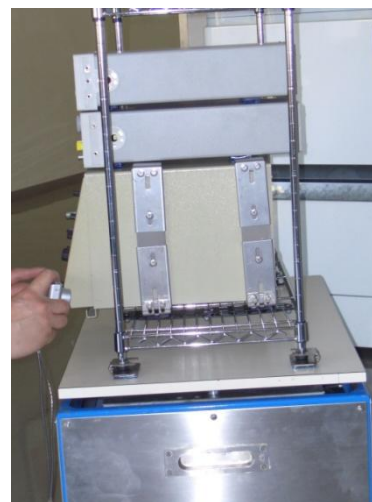
①③ ②



- ①HPLC(4段積)
- ②MS検出器
- ③溶媒瓶
- ④データ処理器
- ⑤実験台
- ⑥真空ポンプ

床-実験台-機器類を全て固定しなければ、効果が無い。

2.段積み分析機器(HPLC)の固定例 (台に穴を開けない方法①)

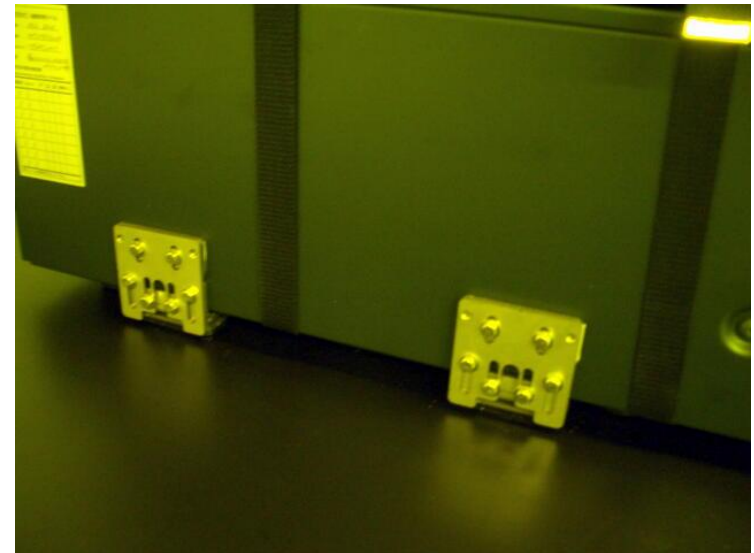


- ①台と底面4か所を固定
- ②ベルト2本で各段を固定(1本なら、板で補強する。)
- ③上部ユニットが軽い場合はマットのみ

2. 段積み分析機器(HPLC)の固定例 (台に穴を開けない方法②)



対象機器の
形状等によ
り、使用金具
を選定する。



2.分析機器の固定例 (従来法①L型金具・サムロック)



更新毎、無駄な穴を何回も開ける。



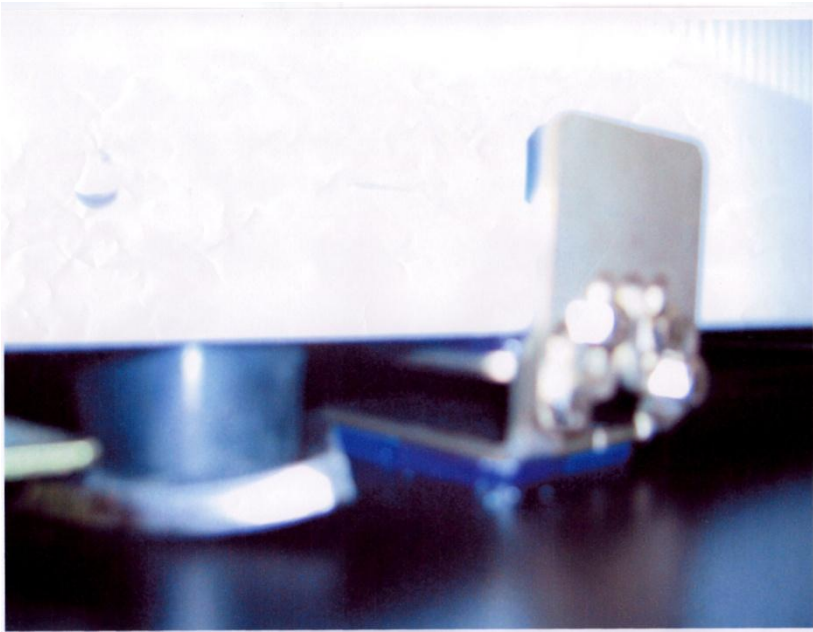
移動時再固定していない例もある。。

2.段積み分析機器(GC)の固定例 (従来法②サムロック)



壁、台から、鎖、ベルトで固定も有る。メンテ時に、外したままになることが多い

2.分析機器の固定例 (従来法③と提案製品との比較 マットのみ・サムロック)



マットのみではゴム足の面積分しか効果が無いが金属金具全面積分の接着力が発揮される



樹脂ベルトは経年変化により、ボロボロになるが金属製では問題が無い。

2.分析機器の固定例 (従来法④と提案製品との比較)

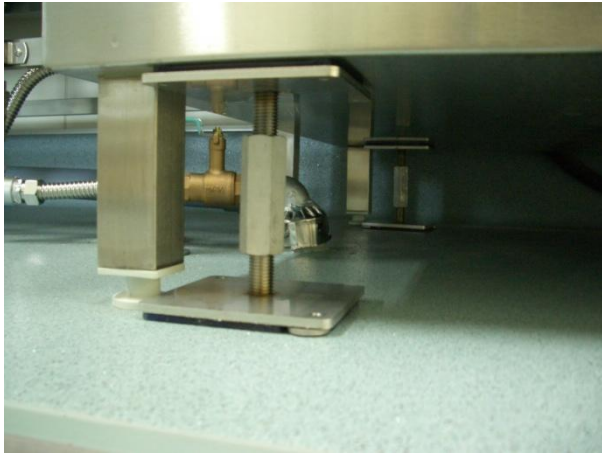


左右2か所合計4か所を固定すれば、
安心である。



サムロック左右1本のみでは6
方向の揺れに対処できない。
(比較試験結果参照下さい)

3.フリーザーの固定(穴を開けない方法) ドアのロックは必要である。



単独設置時、床と固定



両側面と固定



壁面と固定

3.フリーザーの固定 (従来法⑤ベルト2本を壁に取付)



図6 冷蔵庫から飛び出した試験管類

フリーザー2台を固定 ①壁に穴を開ける ②壁とバンドで機器を固定
震度5以下では倒れないが、機器同士が振動してぶつかり合う。
その結果 ①冷媒ガス抜け ②貯蔵品の散乱が発生

4床置き機器の固定（穴を開けない方法）

- 機器同士又は床・壁に固定して避難路を確保



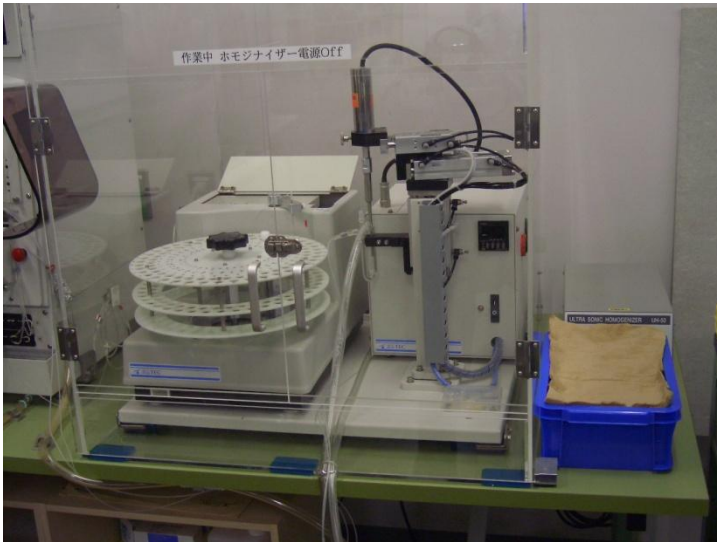
床・壁面に固定



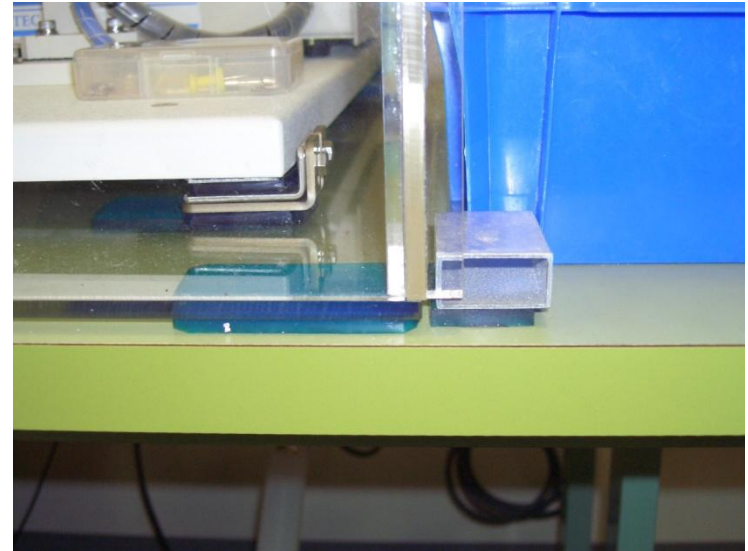
機器同士の固定

5.その他実験機器の固定①

複合機器の固定



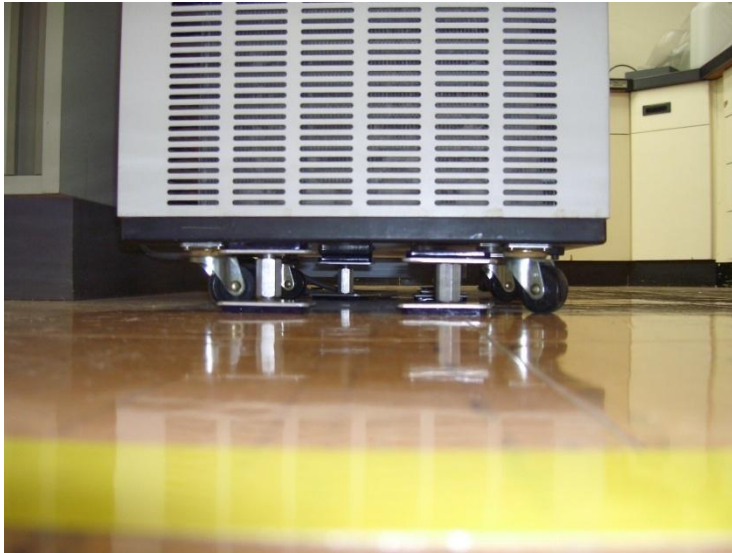
防音箱内のオートサンプラー



- ①台とアクリル製防音箱
- ②防音箱とオートサンプラー

5.その他実験機器の固定②

- 床自立型は床又は壁と機器を固定する
(重心が高くて、防水施工床でも固定可能)



縦型オトクレーブ、遠心分離機

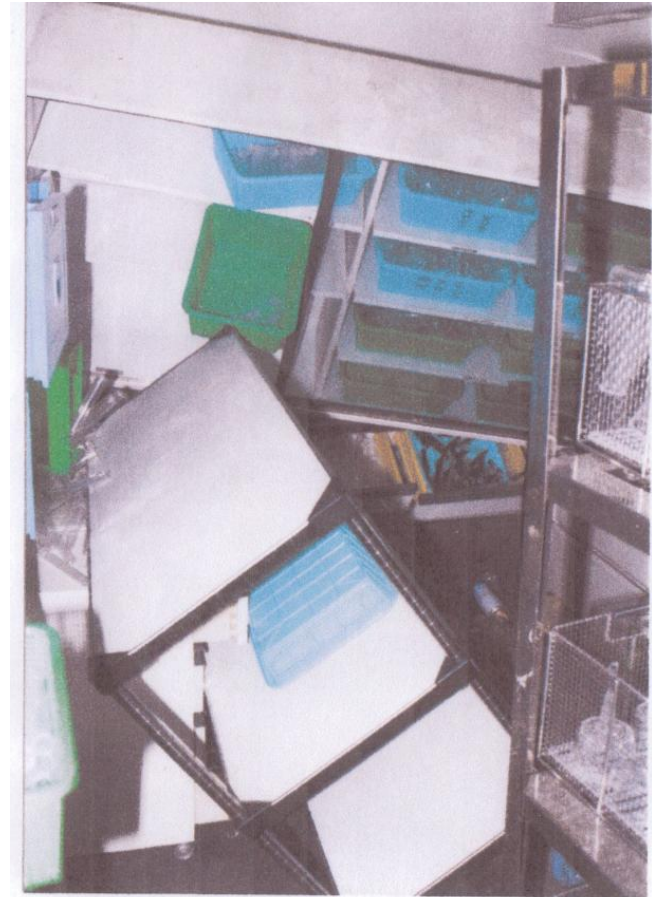


手術台

5.その他実験機器の固定③ 棚類の固定が必要である。

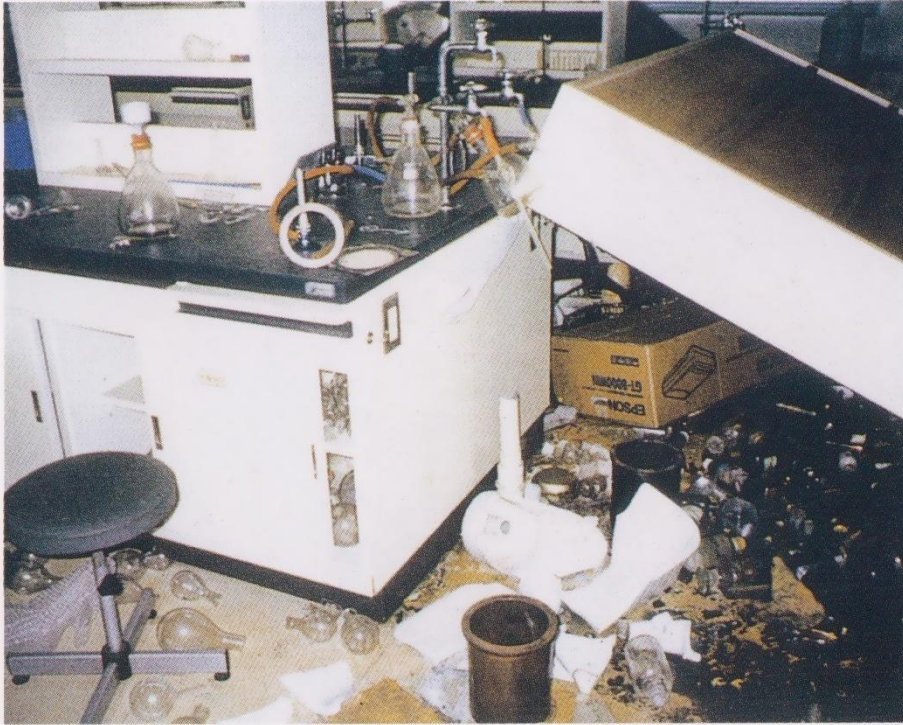


入口付近の棚は確実に固定が必要



避難路が無くなる。(阪神・淡路大
震災は朝の為、人的被害無)

5.その他実験機器の固定④ 実験台類の固定も必要である。



実験台の移動 (Displaced experimental table)

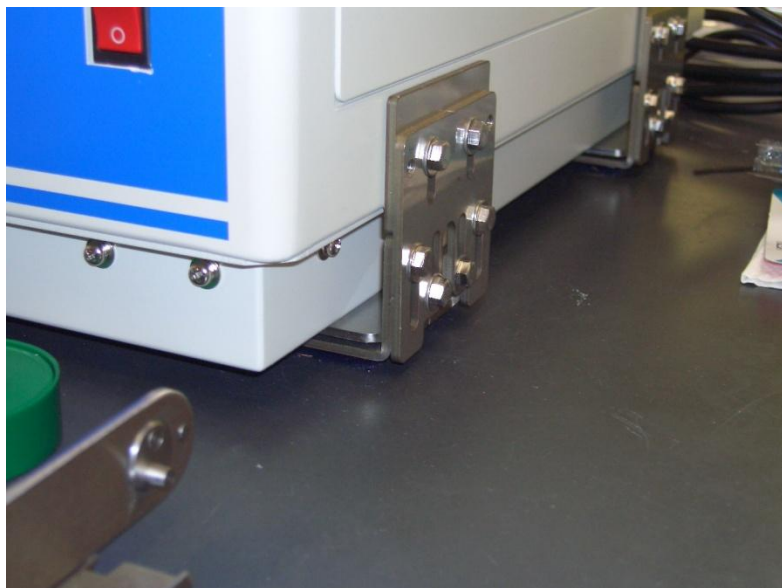


アンカー打ち込みに問題が無ければ、安価な型金具でもよい。

台類及び卓上機器も固定して安心・安全
2009. 8.11駿河湾地震時、牧之原市内、焼
津市内では、機器を載せた実験台が動いた。

5.その他実験機器の固定⑤

- メンテナンス時に自分で脱着ができること
- 装置の移動時にも再利用できること



床側、機器側と分解して取り外す

5.その他実験機器の固定⑥

- 機器更新・追加時も穴を開けずに固定
(特に製薬・食品の防水施工床に有効)



室内のレイアウトが変更可能である。



アンカーボルトを打たずに重量
機器も自由な位置に固定可能