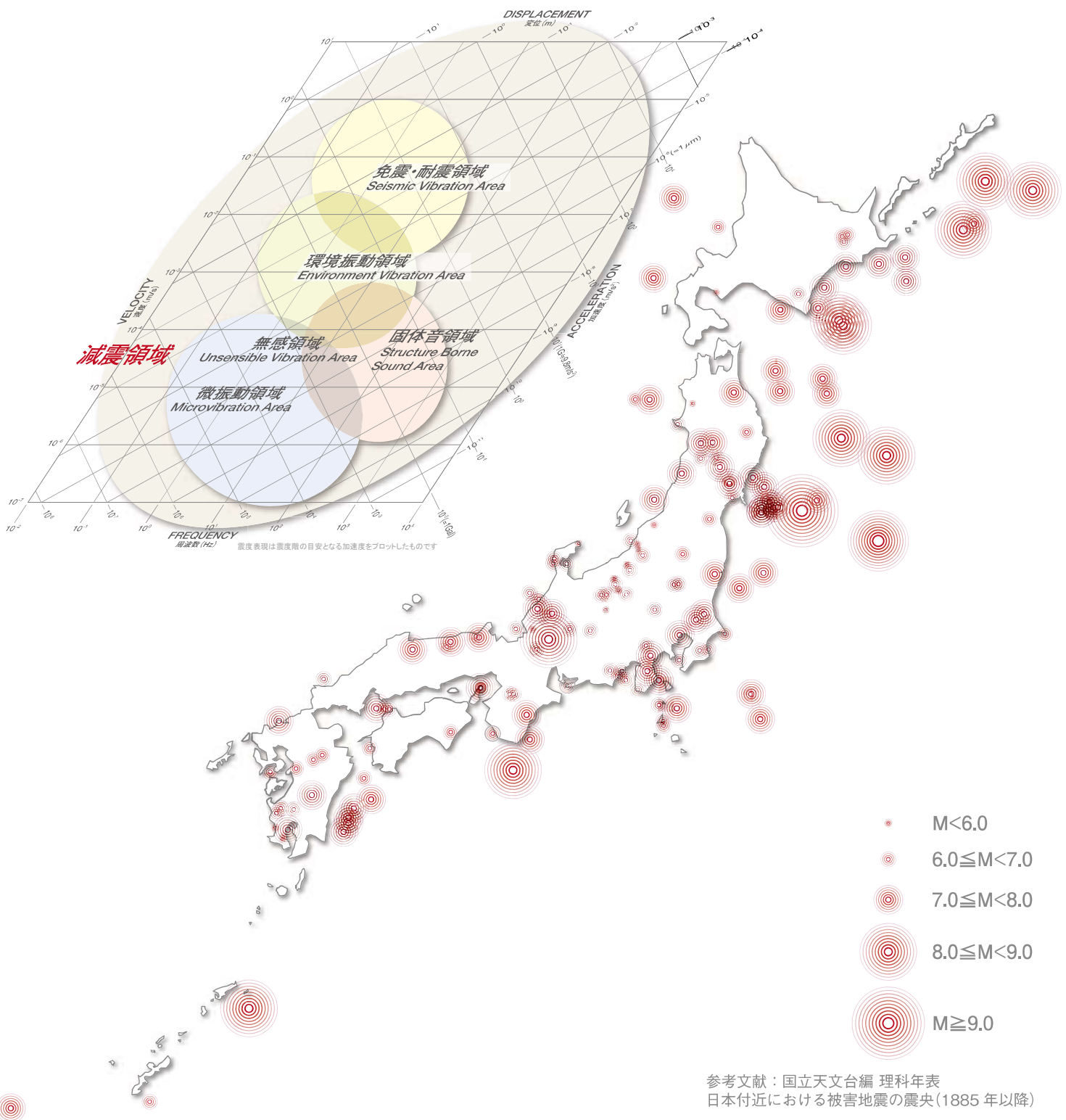




日本列島の歴史は、自然の脅威と共に生きる歴史です。

減震対策は、自然との共生を基底とし、免震・耐震や制振・防振・除振といった総合的な振動制御技術の提案です。



参考文献：国立天文台編 理科年表
日本付近における被害地震の震央(1885年以降)

日本列島は絶え間なく大地震の被害を受けてきました

■日本付近のおもな被害地震年代表（抜粋） 参考文献：国立天文台編 理科年表



416.8 遠飛鳥宮付近「日本書紀」
 684.11 土佐その他南海・東海・西海地方 M=8 1/4
 869.7 三陸沿岸 M8.3
 1096.12 畿内・東海道 M8.0 ~ M8.5
 1677.4 延宝の三陸沖地震 M7.9
 1703.12 元禄地震 M7.9-8.2
 1854.12 安政東海地震 M8.4
 1854.12 安政南海地震 M8.4
 1856.8 安政の八戸沖地震 M7.5
 1891.10 濃尾地震 M8.0
 1894.3 根室沖 M7.9
 1894.6 東京地震 M7.0
 1896.6 三陸沖地震 M8.2
 1911.6 喜界島地震 M8.0

**観測される全地震数は
 年に12万回
 月に1万回
 1日330回**

参考文献：防災科学技術研究所
 (1997~2012年集計より)

1920年 大正9年
 「市街地建築法施行」

1924年 大正13年
 「市街地建築法施行規則改定」

1925年
 東京帝国大学に地震研究所が設置

1950年 昭和25年
 「建築基準法施行(旧耐震基準)」

1971年 昭和46年
 「建築基準法施行令改正」

1981年 昭和56年
 「建築基準法施行令改正(新耐震基準)」

●1969年 会社設立

●1975年 防振装置の耐震機構標準化

2000年 平成12年
 「建築基準法及び同施行令改正」

●2010年 3次元免震開発

●2011年 減震開発着手
 実大3次元加振実験開始
 減震発表

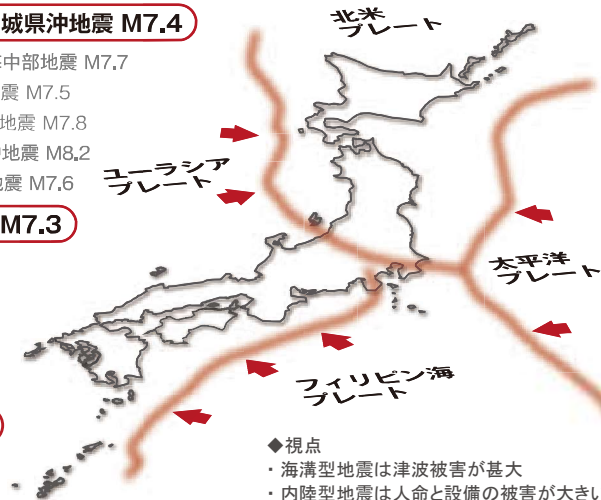
●2012年 減震対応商品
 販売開始

20*** 巨大地震

※地震対策の備え

① 既設現場の地震対策

② 新設現場の安全・保全設計



◆視点

- ・海溝型地震は津波被害が甚大
- ・内陸型地震は人命と設備の被害が大きい
- ・表面波マグニチュード (Ms)
- ・モーメントマグニチュード (Mw)
- ※医療、精密施設等の震動対処

1925年 東京帝国大学に地震研究所が設置
 日本地震学会では、「長期予知」については高い精度で推定できるとしている。

●1969年 会社設立

●1975年
 防振装置の耐震機構標準化

●2010年 3次元免震開発

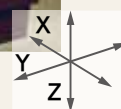
●2011年 減震の思想発表



1969年OS式防振装置
 (ポンプ用)発売



1978年の宮城県沖地震で耐震
 ストッパーの有効性が実証される

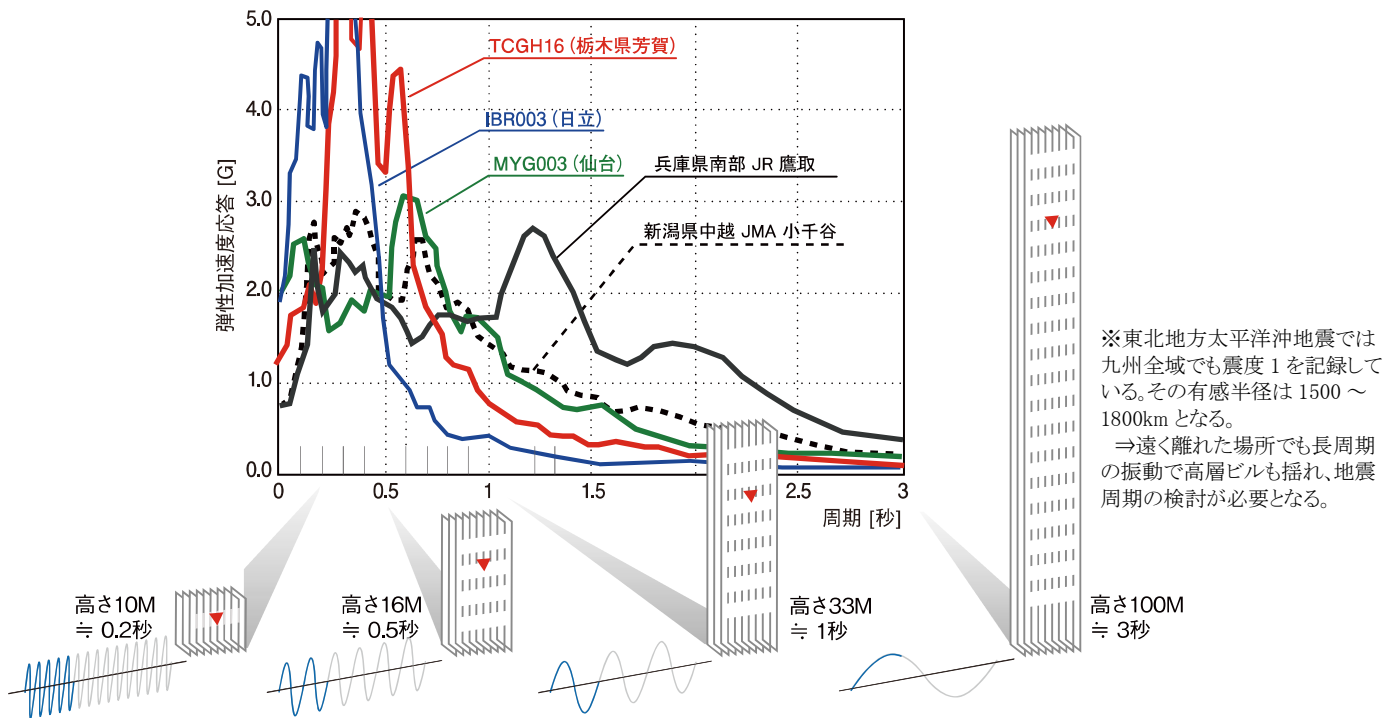


“地震に耐える”から
 “自然の脅威と共に生きる”へ

地震と被害の特徴分析から発見された傾向

■設備機器の地震被害は地震波・建物階高・設置階層によって異なる

3.11(東北地方太平洋沖地震)各地地震波とその他の地震動の比較(応答スペクトル比較)
 防災科学技術研究所、強震観測記録による地震動データを解析



■日本で発生した地震の頻度と設備機器の破損状況

| 震度階 | 名称 | | 日本周辺で1923~2013年の90年間に発生した地震回数 (気象庁 気象統計情報) | 地震による設備機器への影響 |
|--------|-------------|--------------|---|---|
| | 1949年~1996年 | 1996年~ | | |
| VII 激震 | | 震度7 | 30年に1回 阪神・淡路大震災/新潟県中越地震/東日本大震災 | 機器破損規模 大 (復旧難度大) ↓ 減震対象 ↓ 機器破損規模 小 (復旧難度小) 震度≤5では人命や設備機器において致命的な被害はほとんど記録なし |
| VI 烈震 | | 震度6強 震度6弱 | 約2年に1回 | |
| V 強震 | | 震度5強 震度5弱 | 3か月に1回 | |
| IV 中震 | | 震度4 | 1日約330回 | |
| III 弱震 | | 震度3 | | |
| II 軽震 | | 震度2 | | |
| I 微震 | | 震度1 | | |
| 0 無感 | | 震度0 | | |

参考文献：気象庁震度階



■ 3.11(東北地方太平洋沖地震)の被害に学ぶ

- 建築設備被害の大きかったのはS造(生産設備)
- 上層階(屋上)の応答が顕著
- 初期復旧エネルギー源トランスの1次端子破断
- 防振架台の吸振体脱落
- 基礎の崩壊
- 繰り返し揺れる天吊りボルト、配管の破損
- 天吊り機器の脱落

設備機器の地震対策技術と手順

■ 地震対策 ⇨ 応答加速度と変位抑制

建築設備システムの機能保持・復旧時間の短縮をサポート

免震技術 **耐震技術** **制振技術** **防振技術** **除振技術**

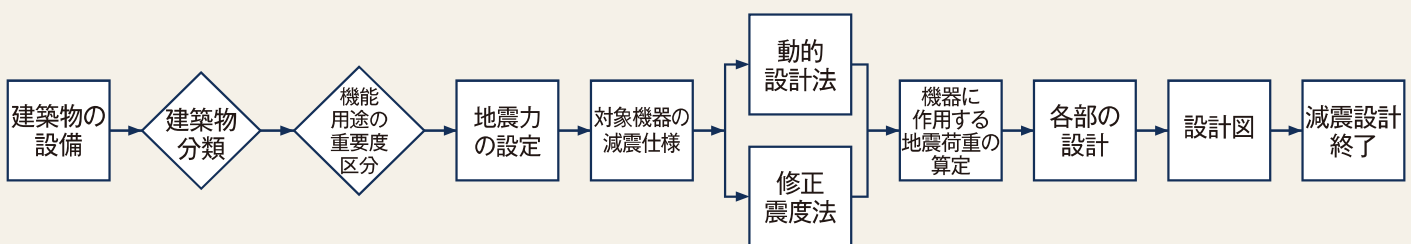
震度7レベル(烈震、激震)のエネルギーを震度5(強震)へ低減



- 耐久性の向上
- 二次被害予防
- エネルギーの吸収
- 粘性の付加
- 脱落の防止
- 衝撃力の緩和
- 固定方法の改善
- 転倒の防止
- 変位の制限

減震対策

■ 減震設計 手順の概要



減震の設計(地震力の設定)

$$F = M \cdot \ddot{\alpha}_0 \cdot A_{i=r} \cdot B_j \cdot \eta$$

F ; 機器地震荷重
 M ; 機器類質量
 $\ddot{\alpha}_0$; 1階or地表面加速度
 $A_{i=r}$; 1階に対する r 階床増幅率
 B ; 地盤種別係数
 η ; 重要度係数

減震の設計(減震防振装置の応答概念式)

$$\delta = \ddot{\alpha}_0 \cdot A_{i=r} \cdot B_j \cdot \tau_D \cdot \eta / \omega^2$$

$$\dot{\delta} = \ddot{\alpha}_0 \cdot A_{i=r} \cdot B_j \cdot \tau_A \cdot \eta$$

δ ; 上架台応答変位
 τ_D ; 変位伝達関数
 ω ; 固有非線形円振動数
 $\dot{\delta}$; 上架台応答加速度
 τ_A ; 加速度伝達関数

本カタログ中の減震に関する性能表記は当社が指定した特定の実験環境下で確認したものであり、今後発生する地震震度階に対して保証するものではありません。

特許機器(株)は実大 3次元加振実験を繰り返して性能検証しています

動画をご覧になりたいお客様は営業にお申し付けください。

■ 減震効果 実大加振実験(基礎編)

◆ E-ディフェンスでの減震モデル実大加振実験 2011年8月31日～



3次元震動台



減震供試体部

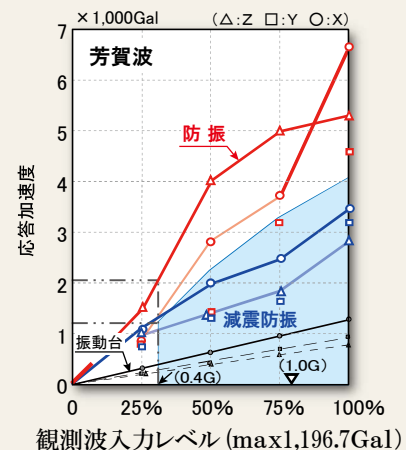
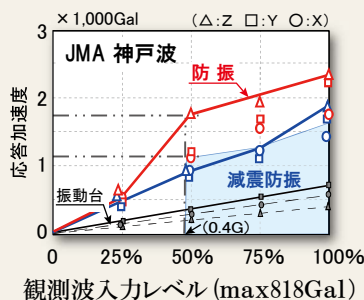
● E-ディフェンスは、独立行政法人防災科学技術研究所が運営する世界最大の「実大3次元震動破壊実験施設」です。(2005年4月完成)

■ 減震効果 加振実験(検証編)

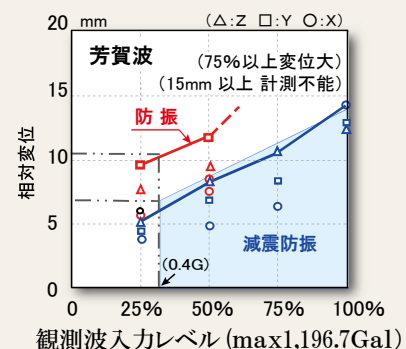
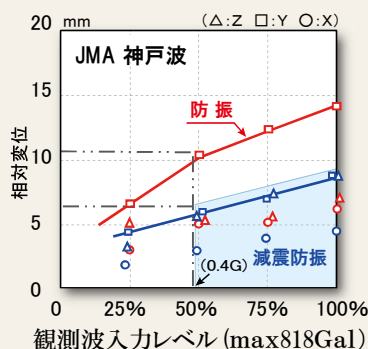
| 開始日 | 対象装置 | 実験内容 | 使用施設 | 開始日 | 対象装置 | 実験内容 | 使用施設 |
|-----------|--------|------------------------|----------|-----------|--------|------------------------|----------|
| 11/08/17～ | 空調機器 | 1軸正弦波による減震構造の効果確認実験 | 本社 | 12/09/11～ | 空調機器 | 構成検討・試作評価 | 本社 |
| 11/08/31～ | 空調機器 | 地震波による減震原理モデルの効果比較実験 | E-ディフェンス | 12/10/22～ | 電設機器 | 地震波、実機搭載による減震有無の効果比較実験 | 京都大学 |
| 11/08/31～ | 空調機器 | 地震波による減震構造の効果確認実験 | E-ディフェンス | 12/10/26～ | プラント機器 | 地震波による減震装置の効果比較実験 | UR都市機構 |
| 11/09/29～ | 空調機器 | 地震波による効果比較実験 | 京都大学 | 12/10/27～ | 電設機器 | 減震実験 | 京都大学 |
| 11/11/28～ | 空調機器 | 最終製品仕様検討実機搭載による性能実験 | 本社 | 13/01/10～ | 空調機器 | 地震波による減震装置の効果比較実験 | 明治大学 |
| 12/01/05～ | 空調機器 | 改良実験 | 本社 | 13/03/30～ | プラント機器 | 地震波による装置の効果比較実験 | E-ディフェンス |
| 12/01/11～ | 空調機器 | 正弦波加振による転倒防止実験 | 本社 | 13/05/27～ | 空調機器 | 減震実験 | 京都大学 |
| 12/02/28～ | 電設機器 | 地震波、実機搭載による減震有無の効果比較実験 | 日本国土開発 | 13/07/01～ | 空調機器 | 減震実験実機搭載・天吊り | 京都大学 |
| 12/03/06～ | プラント機器 | 地震波による減震装置の効果比較実験 | 明治大学 | 13/08/19～ | 電設機器 | 加振実験 | 京都大学 |
| 12/05/28～ | プラント機器 | 地震波による減震装置の効果比較実験 | 京都大学 | 13/09/02～ | 電設機器 | 減震・防振対策 | 京都大学 |
| 12/08/13～ | 電設機器 | 地震波、実機搭載による減震有無の効果比較実験 | UR都市機構 | 13/11/18～ | 空調機器 | 減震実験実機搭載・天吊り | 京都大学 |

■ 防振装置と減震防振装置の強地震応答比較

神戸波と芳賀波入力に対する
上部架台応答加速度の測定値



神戸波と芳賀波入力に対する
上部架台相対変位の測定値

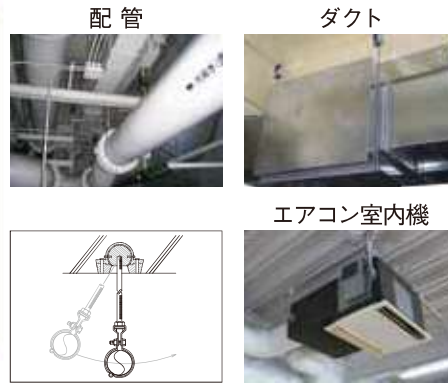
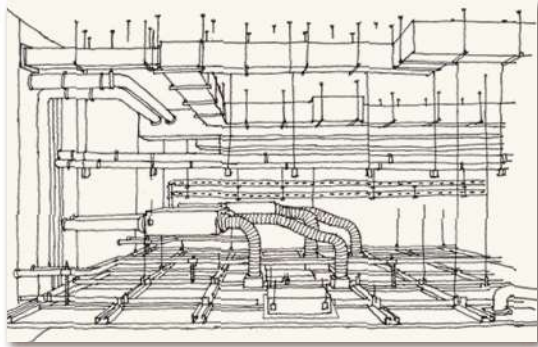


地震対策は、まず人命を守り、次に社会的生活を維持させる事。 建物には、守らなければならない設備が数多く存在します。

お客様のニーズ (BCP) を設備機器の減震化でサポートします。

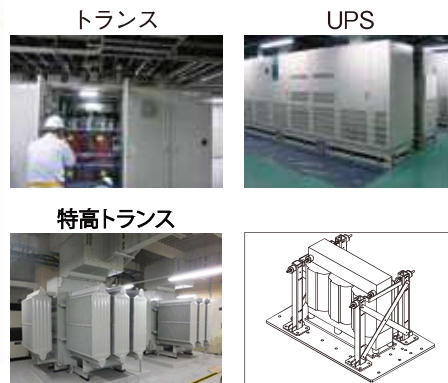
Business Continuity Plan : 事業継続計画

■ 天吊り設備 建築設備被害の特徴として吊り支持の配管や機器の落下が多かったことが報告されています。落下事故による人的被害や、地震後の建築設備の機能確保の対策が必要です。

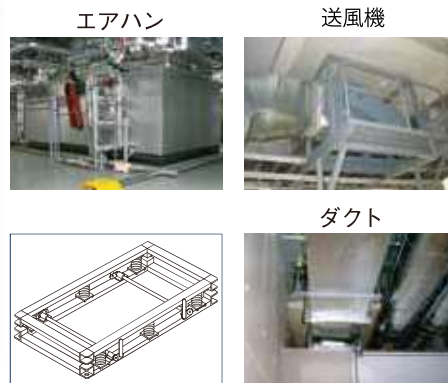
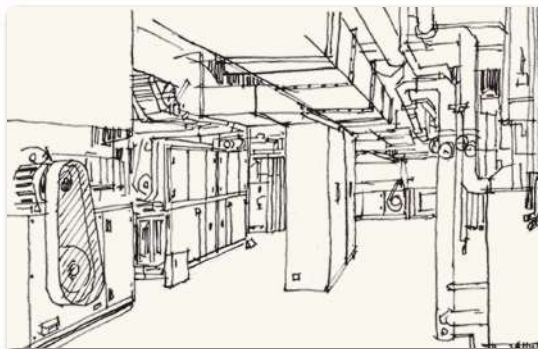


■ 中間階 屋上階や中間階に位置する機器類は地上階に比べて大きな地震応答に曝されますから、応答倍率を読み込んだ対策が必要です。ライフライン防衛の最上位に位置する電力設備(発電・受変電・無停電電源)や建物内を循環させる水・空気の高圧機器と伝送系(消火・空調・衛生設備)も最優先で守らなければなりません。

電気設備



空調設備



■ 振動監視システム

コンピュータ上で設備機器の振動データを監視し機器の異常をお知らせします。

■ 地震モニタリングシステム

地震振動データをもとに被災度を判定します。



建物はそれぞれ固有のBCPを有し、巨大地震(M8)・超巨大地震(M9)に対する論理的な有効性を持つ地震対策を求めています。3.11(東北地方太平洋沖地震)から得られた多くの教訓を、通常時にはビルの快適空間創出のための防振を、そして地震非常時には壊滅的な被害を与える震度6-7から極力小規模の被害に抑えられる震度5以下へ。既設設備の耐震(減震)対策についても相談ください。

■ 屋上階 屋上階や中間階に位置する機器類は地上階に比べて大きな地震応答に曝されますから、応答倍率を読み込んだ対策が必要です。

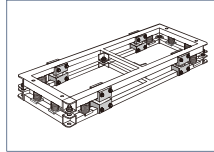
EHPエアコン室外機



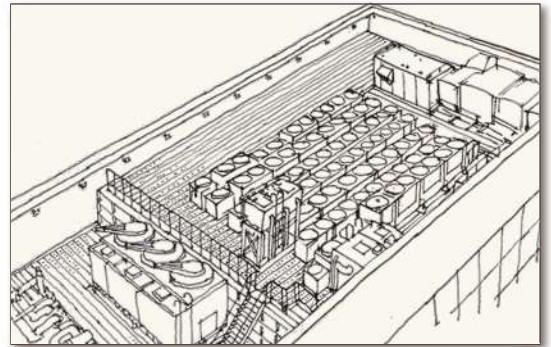
GHPエアコン室外機



減震防振装置



発電機用防振免震装置



■ 立て配管

**■ サーバー室
床免震システム**

コンピュータサーバーに蓄積された情報は企業にとって大きな財産です。

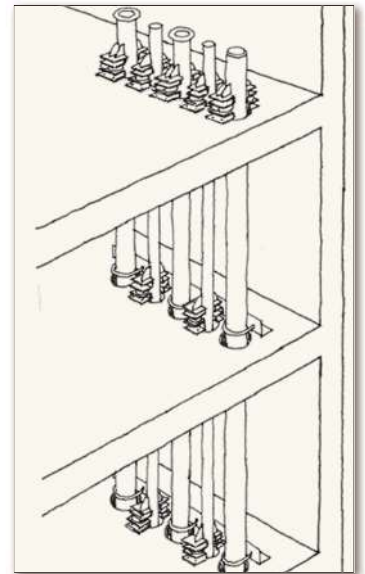
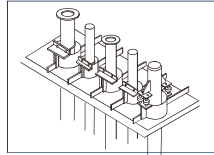
パイプシャフト



防振固定部



システム配管



■ 地下階 地下室に設置される大型の熱源機器・発電機も平時には考えられない地震力によって軽々と滑脱させられます。

冷凍機



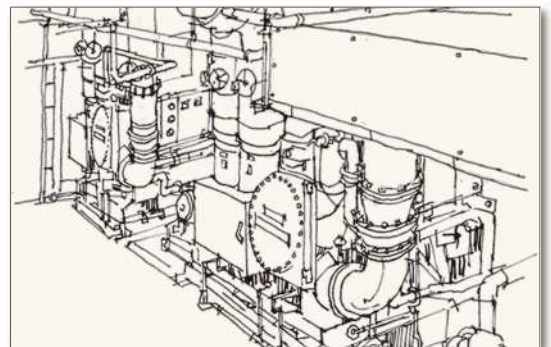
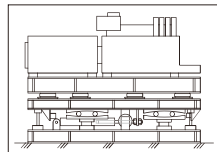
発電機



横引配管



発電機防振免震装置



**■ 免震ビルにはOS式
免震配管システム**



■ 減震防振装置 納入事例

■ 学校法人 中央大学附属横浜中学校・高等学校 様 (神奈川県)



■ 医療法人 川崎病院 様 (兵庫県)



■ 重要施設・機器の地震対策

地震からシステムを守る21世紀危機管理を支える免震技術

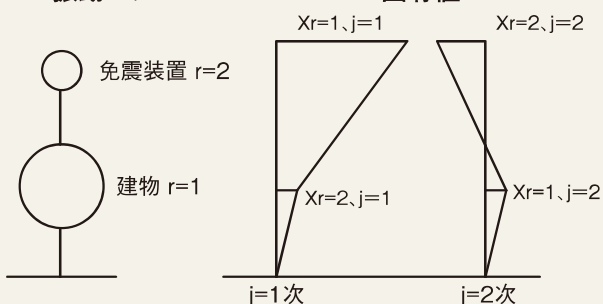
事業継続のために重要な施設や機器。

ライフライン施設、データセンターや美術品など大地震による被害を減ずるために、免震装置は重要な役割を担います。

弊社は、目的、用途、機能から設置環境や許容外力の値、直下型など三次元波の予測を含む設計思想で最適な免震システムを提案します。

振動モデル

固有値



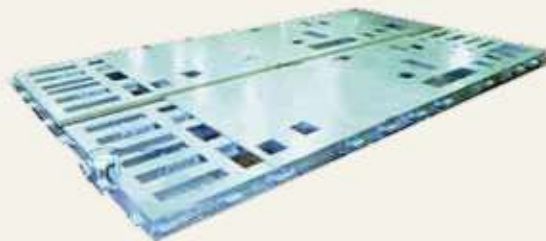
○ データセンター施設の床対策



○ 半導体関連装置やサーバーの機器対策



○ 重要な製造装置、検査装置の機器対策



複写・転載を禁止します



TOKKYOKIKI

Vibration Control Technology
特許機器株式会社

| | | | |
|-------|-----------|--------------------|------------------------|
| 東京営業課 | 〒101-0031 | 東京都千代田区東神田 2-5-15 | TEL (03) 6831-0001 (代) |
| 関西営業課 | 〒660-0833 | 兵庫県尼崎市南初島町 10-133 | TEL (06) 6487-3202 (代) |
| 中部営業課 | 〒460-0003 | 愛知県名古屋市中区錦 2-10-13 | TEL (052) 220-0888 (代) |
| 九州営業課 | 〒812-0011 | 福岡市博多区博多駅前 3-2-8 | TEL (092) 474-2773 (代) |
| 本社・工場 | 〒660-0833 | 兵庫県尼崎市南初島町 10-133 | TEL (06) 6487-3939 (代) |

快適で最適な環境づくりのご相談は、豊富な経験・実績で信頼できる特許機器へ

<http://www.tokkyokiki.co.jp>

Cat No.19.12.01