

わが国の防災:昔と今とこれから  
—レジリエントな社会をめざして

2018年10月18日

中島 正愛

(株)小堀鐸二研究所 代表取締役社長  
京都大学 名誉教授  
国際地震工学会 会長  
日本建築学会 前会長

私はなぜ今日ここにいるのか?  
大阪府立北野高等学校1970年3月卒業(82期)



本日お話しする内容

- (1) わが住処の安全と危険
- (2) 地震とその強さ
- (3) 建物の種類と造り方
  - \* 木造
  - \* 鉄筋コンクリート(RC)造
  - \* 鉄骨造
- (4) 阪神・淡路大震災、東日本大震災の教訓を経た防災・現在
  - \* 地震観測網
  - \* 緊急地震速報
  - \* 免震と制振
  - \* Eーディフェンス
- (5) 防災・減災への新しいニーズ(建物のモニタリグと健全性評価)
- (6) おわりに

なにが「安全」、なにが「危険」

要求 < 能力



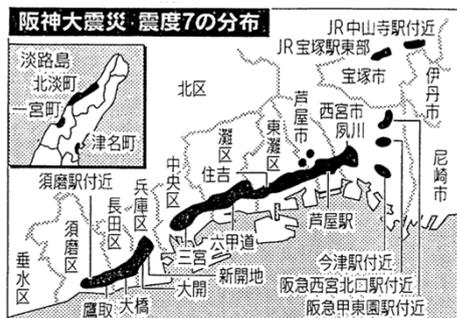
大きすぎる地震

安全な建物

小さすぎる抵抗

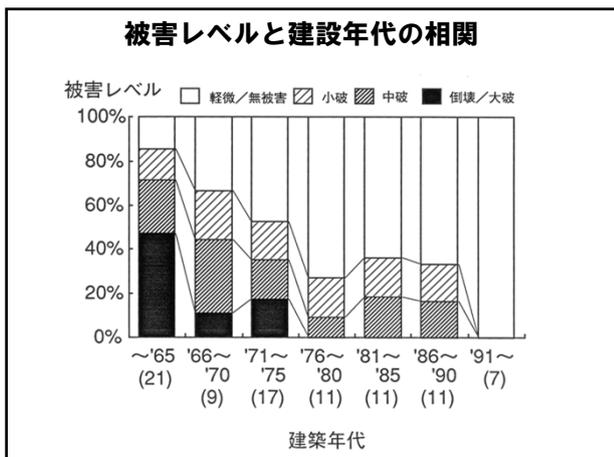
神戸地震の揺れ

Distribution of Shindo 7



明暗をわけた被害





### 被害地震に学ぶ耐震工学

耐震工学は古来「被害地震に学ぶ」ことから、その技術を発展させてきた。

1964年新潟

液状化

1968年十勝沖

RC柱のせん断破壊

1995年兵庫県南部

耐震補強

### なにが「安全」、なにが「危険」

要求 < 能力

大きすぎる地震

安全な建物

小さすぎる抵抗

15

### 地震の震度とマグニチュード

- 「震度」
  - その場所でのゆれの強さを表す指標 (0, 1, 2, 3, 4, 5弱, 5強, 6弱, 6強, 7)
  - マグニチュードが小さくても、近くで地震が発生すれば震度は大きくなる可能性がある
- 「マグニチュード」
  - 地震の大きさを表す指標(エネルギー) (M1, ..., M6, 5, M7, M8)
  - マグニチュードが大きくても、遠くで地震が発生すれば震度は小さい

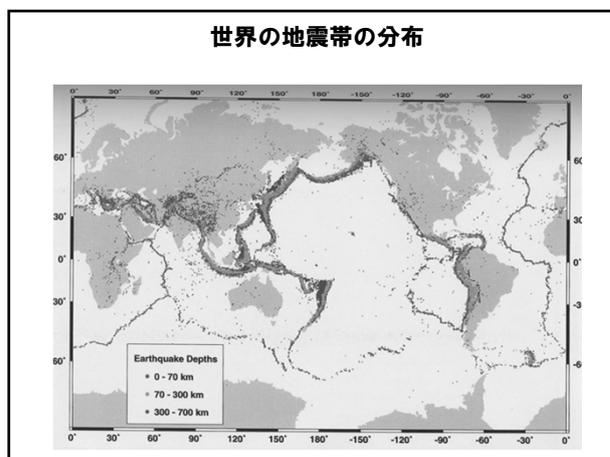
### マグニチュード(M)の増え方

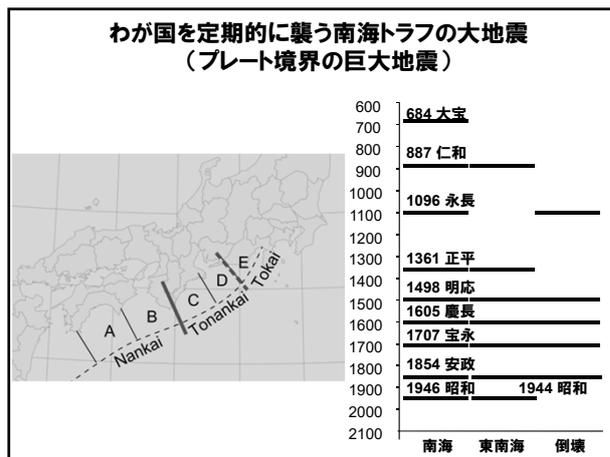
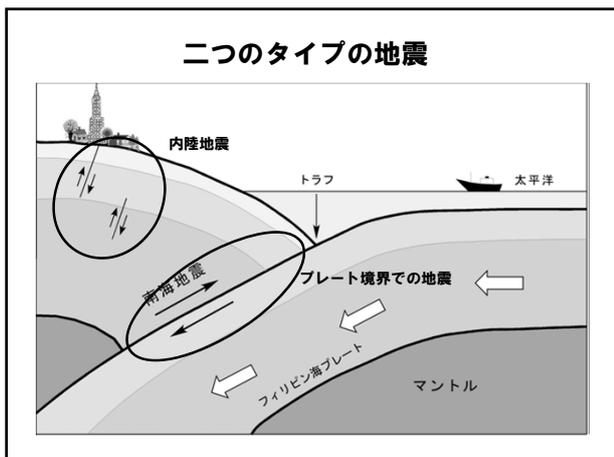
M7

M6

M6の地震1個

M6の地震約30個分





- ### 本日も話している内容
- (1) わが住処の安全と危険
  - (2) 地震とその強さ
  - (3) 建物の種類と造り方
    - \* 木造
    - \* 鉄筋コンクリート(RC)造
    - \* 鉄骨造
  - (4) 阪神・淡路大震災、東日本大震災の教訓を経た防災・現在
    - \* 地震観測網
    - \* 緊急地震速報
    - \* 免震と制振
    - \* E-ディフェンス
  - (5) 防災・減災への新しいニーズ(建物のモニタリグと健全性評価)
  - (6) おわりに

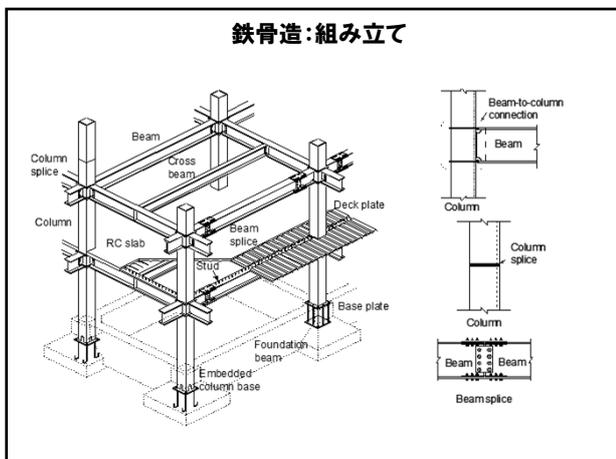
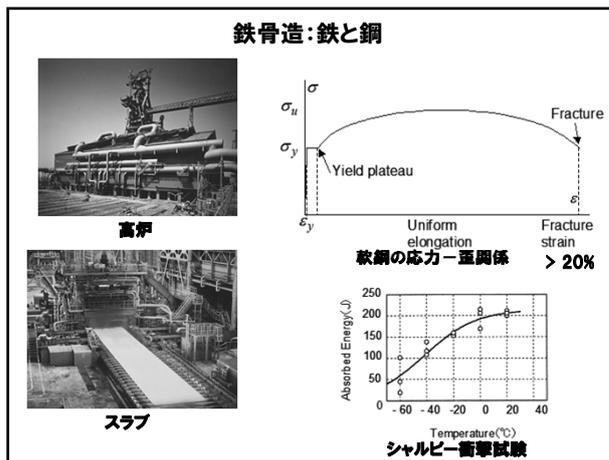
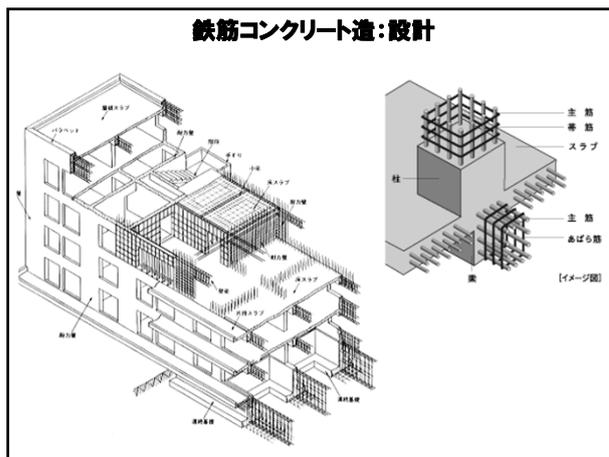
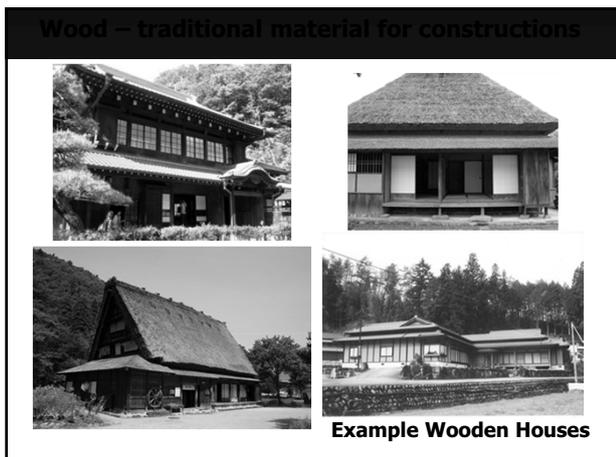
### なにが「安全」、なにが「危険」

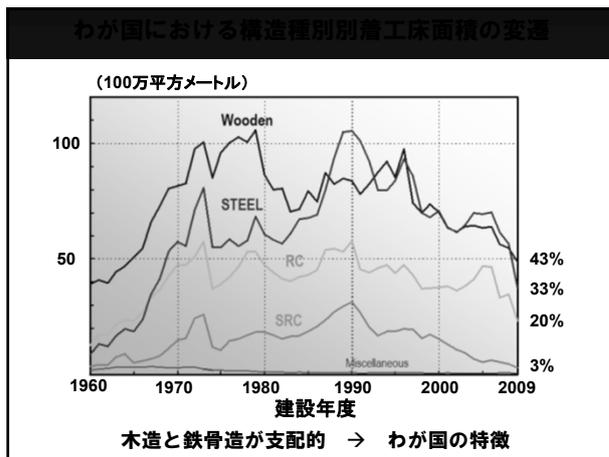
要求 < 能力

大きすぎる地震      安全な建物      小さすぎる抵抗

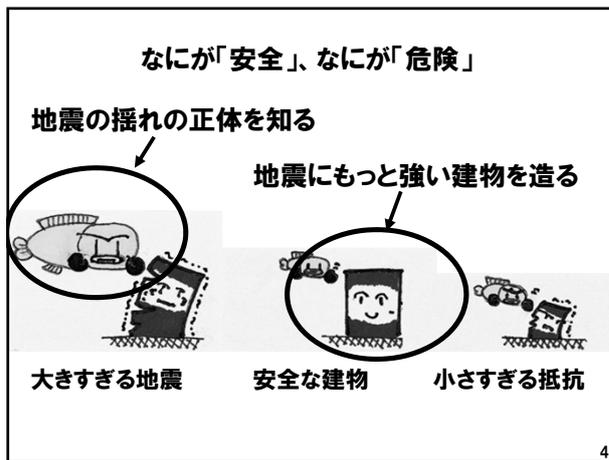
25



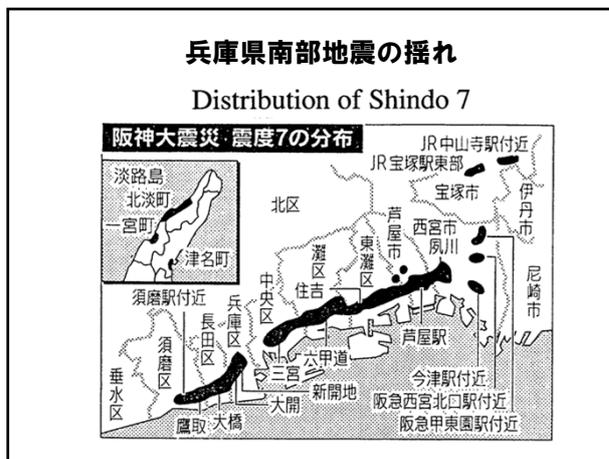


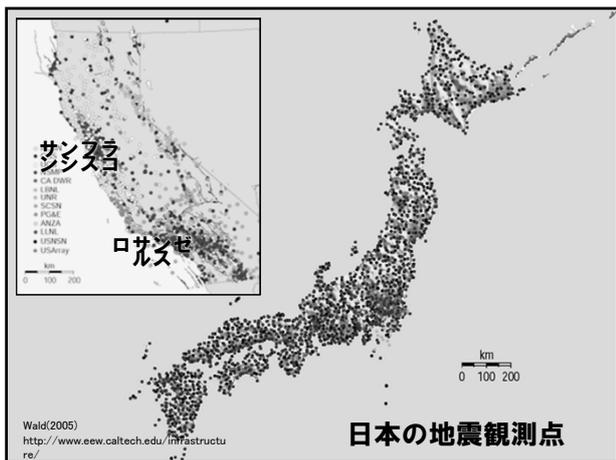
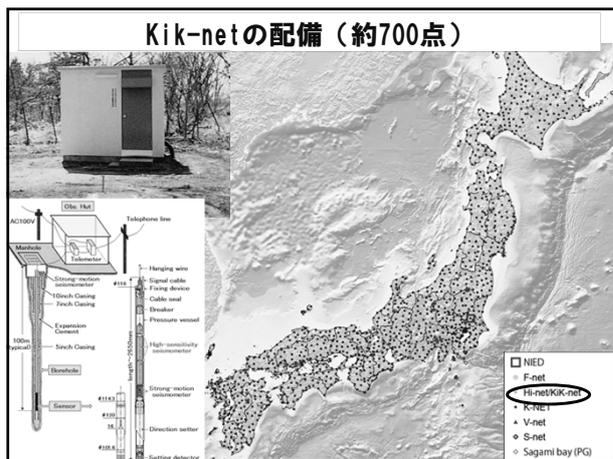
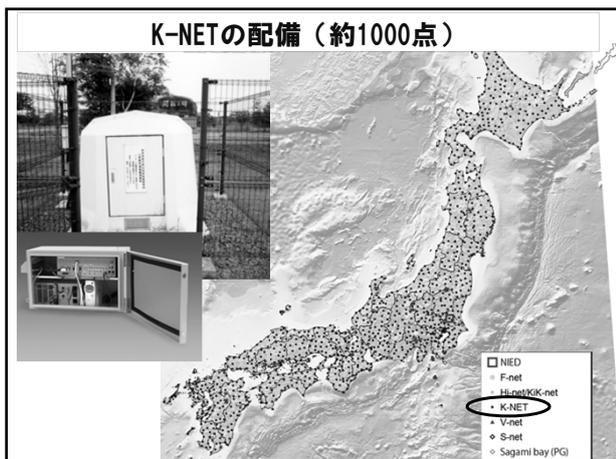


- 本日お話しする内容**
- (1) わが住処の安全と危険
  - (2) 地震とその強さ
  - (3) 建物の種類と造り方
    - \* 木造
    - \* 鉄筋コンクリート(RC)造
    - \* 鉄骨造
  - (4) 阪神・淡路大震災、東日本大震災の教訓を経た防災・現在
    - \* 地震観測網
    - \* 緊急地震速報
    - \* 免震と制振
    - \* E-ディフェンス
  - (5) 防災・減災への新しいニーズ(建物のモニタリグと健全性評価)
  - (6) おわりに



**兵庫県南部沖地震に啓発された事業**  
— 地震観測網の整備



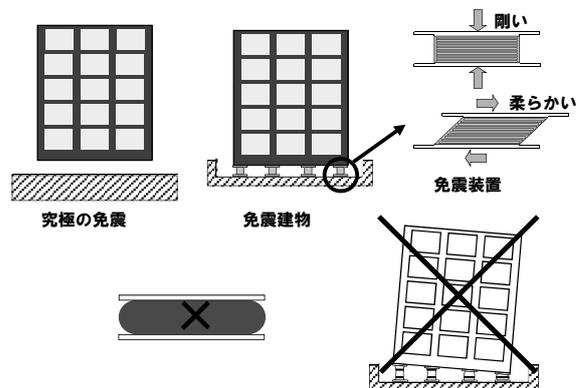


## 兵庫県南部沖地震に啓発された事業 — 緊急地震速報



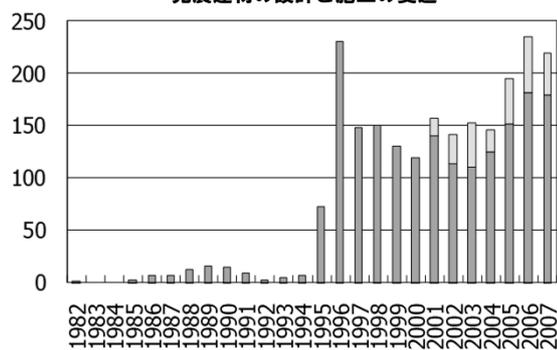
兵庫県南部沖地震に啓発された事業  
— 免震と制振

免震建物の仕組み

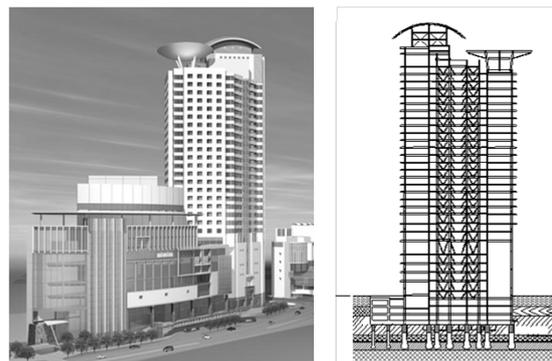


免震：機能性向上・生活の質の向上の切り札

免震建物の設計と施工の変遷

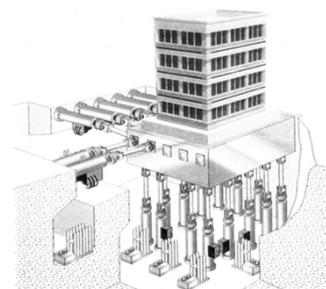


ダンパーなどを併用した制振建物



兵庫県南部沖地震に啓発された事業  
— E-ディフェンス

What is E-Defense?



20m×15mの平面形状をもち、3次元に揺ることができる巨大振動台施設・・・(独)防災科学技術研究所が保有し、兵庫耐震工学研究センター(E-ディフェンス)が運営する国を挙げての研究施設

### 三木震災記念公園

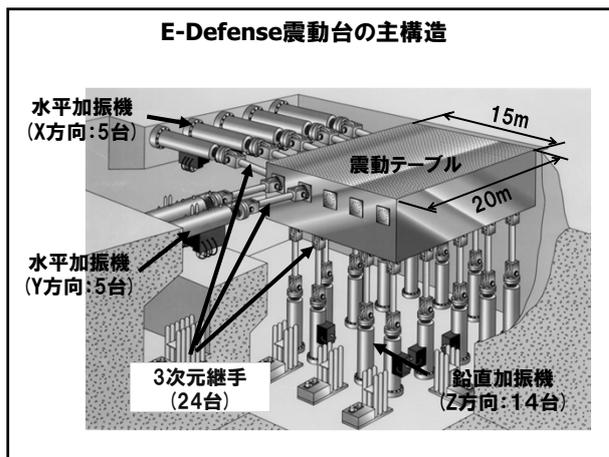
阪神・淡路大震災を契機に兵庫県の広域防災拠点として整備

学習・訓練ゾーン

①消防学校など学習・訓練施設  
②実大三次元震動破壊実験施設

総合防災公園ゾーン

①災害時の応急活動拠点・資機材の備蓄  
②自然環境を活かしたスポーツ・レクリエーション施設

### 木造住宅実験

京町屋実験  
2005年11月7～11日  
(一般公開: 250人来場)

[Test click here](#)

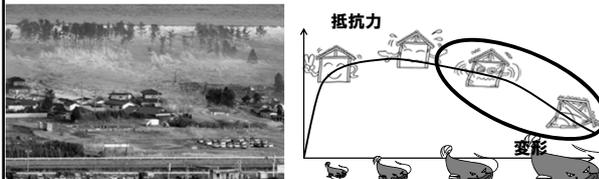
木造補強住宅実験  
2005年11月21～24日  
(一般公開: 700人来場)

[Test click here](#)




### 東北大震災からの教訓

- ・ 自然は私たちがそうあって欲しいと思うよりもずっと厳しい。
- ・ 私達の「想定」は多くの場合、対費用効果を考えたうえでの「想定値」である。それを超える事態には、その頻度は極めて少ないとは言え、必ず遭遇する。
- ・ そのときにはもはや無傷ではいられない。



### 仙台中心部に建つ高層建物の揺れ



**揺れの特徴:**

- ・ 震度7の揺れ
- ・ 立ってられないほどの揺れ
- ・ 家具什器の散乱
- ・ 本棚からの本の脱落
- ・ 人命損傷は皆無
- ・ 居住者は整然と階段から脱出
- ・ 駐車場の車の移動
- ・ 建物が折れるのではないかと思うほどの揺れ(外部から)

建設年: 1998  
構造形式: 制振ダンパー付き鉄骨鉄筋コンクリート造  
高さ: 145 m (31階)



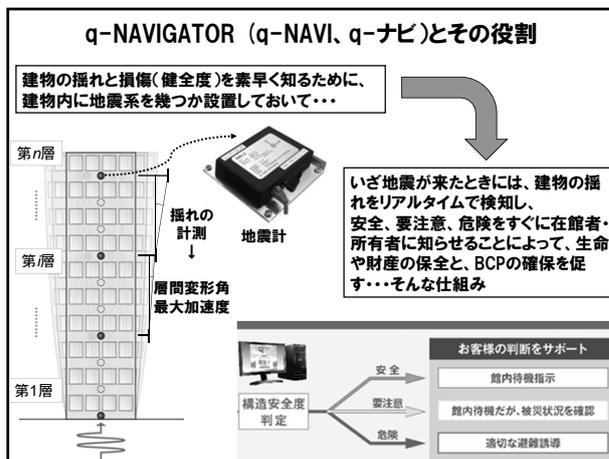
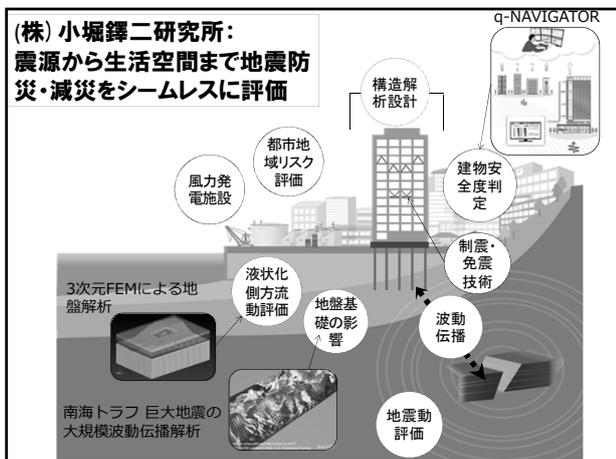
**本日お話しする内容**

- (1) わが住処の安全と危険
- (2) 地震とその強さ
- (3) 建物の種類と造り方
  - \* 木造
  - \* 鉄筋コンクリート(RC)造
  - \* 鉄骨造
- (4) 阪神・淡路大震災、東日本大震災の教訓を経た防災・現在
  - \* 地震観測網
  - \* 緊急地震速報
  - \* 免震と制振
  - \* Eーディフェンス
- (5) 防災・減災への新しいニーズ(建物のモニタリグと健全性評価)
- (6) おわりに

**小堀研究所のミッション**

以下を3本柱として、わが国と世界の防災・減災に貢献する

人的資源の融合 Human Network	適応の心構え Adaptation	先端技術 Edging Technology
産官学をまたぐ人的ネットワークの形成と、それによる迅速かつ有機的な災害対応力強化	固有技術の適切な海外発信と、それを支える海外への適応の心構えを習得した人材の育成	揺れを知る、揺れを制する、揺れに 대응する、に具現化される、「予測」「予防」技術の高精度化と発災時「対応」の高速化と柔軟化



### 耐震性能:なにが「安全」でなにが「危険」なのか

大きすぎる地震      安全な建物      小さすぎる抵抗

×                      ○                      ×

安全 → 要求(地震(なまず))の強さ < 能力(建物(箱))の強さ

危険 → 要求(地震(なまず))の強さ > 能力(建物(箱))の強さ

### 地域に建つ建物の強さはさまざま・強い建物もあれば弱い建物もある → 一括りに「安全」「危険」は判定できない

10棟の建物(A~J)

地域を揺らす地震がそれほど大きくない場合: 平均(Ave)でみれば安全となるが、それでも壊れる建物もある(A, H)。

地域を揺らす地震が大きい場合: 平均(Ave)でみれば危険となるが、それでも壊れない建物もある(C, E, I, J)。

### 地震の揺れ・・・マクロ地図からミクロ地図へ

日本      首都圏      東京都      港区

確率論的地震動予測地図(地震本部)      震度分布(三浦半島断層群)(J-SHIS地震ハザードステーション)

表層地盤のゆれやすさ全国マップ (平成17年内閣府)      東京都港区 揺れやすさマップ (東京都港区ホームページ)

### q-NAVIとその役割

- q-NAVIとは・・・要求(地面の揺れ強さ)と能力(建物の強さ)をきめ細かく測定することから、建物一つ一つの安全性を正確に判定する仕組みである。
- q-NAVIでは・・・建物内の適所に揺れセンサー(地震計)を設置して揺れの状況を逐一把握する。
- q-NAVIは・・・建物の揺れの状態、損傷の状態を、「安全」「要注意」「安全」として判定する。
- q-NAVIによって・・・地震直後にとるべき行動が促され、またBCPが確保できる。
- q-NAVIがあれば・・・地震後の補修・補強や改修についての適切な判断が可能となる。

### 2011年東北地方太平洋沖地震:地震直後の様子

青空が広がる新宿

震度分布

在館者の多くは脱出、外から自分のビルを見上げている。戻っても大丈夫なのか避難しなければいけないのか・・・誰も教えてくれない。

↓

q-NAVIはそんなときに役に立つ。

### おわりに

本発表の内容は、数多くの機関の方々との共同調査研究等に依っています。関係各位に心から感謝申し上げます。

防災・減災の強化によるわが国の持続的発展に微力を尽くしたいと思います。継続的なご支援をお願いする次第です。