

## 第9回災害対策セミナー

# WG 4「神戸市の地震動特性と中高層建築物の耐震補強に関する研究」

神戸の減災研究会

堀江 啓（インターリスク総研）

# 本日のトピックス

## 1. これまでの研究活動の概要

- ◆ 「神戸JIBANKUN」を用いた地盤、地震動の評価
- ◆ 建物の耐震診断手法、被害予測手法の高度化

耐震化促進  
への貢献を  
目的

## 2. 神戸市の地震動特性と中高層建築物の耐震補強に関する研究について

- ◆ 研究の背景
- ◆ 研究の目的
- ◆ 研究の進め方（予定）

# 1. これまでの研究活動の概要

# これまでの研究活動（地震動・住宅耐震化分野）

研究会名	地震動・住宅耐震化分野に関わる研究活動概要
【平成11年度～15年度】 神戸の 地盤研究会	<ul style="list-style-type: none"><li>・地盤情報データベース「<b>神戸JIBANKUN</b>」を活用した研究を推進</li><li>・神戸市データに基づく被災実態の解明や、被害関数や<b>地震応答解析による被害予測手法</b>の構築、などを実施</li></ul>
【平成16年度～18年度】 神戸の 地盤・減災研究会	<ul style="list-style-type: none"><li>・木造住宅の<b>耐震診断技術の高度化</b>を検討</li><li>・住宅の振動特性を把握するために、<b>常時微動</b>データを収集</li><li>・「神戸JIBANKUN」を用いて、地震応答解析による耐震性評価手法や<b>耐震補強効果のみえる化</b>の検討、などを実施</li></ul>
【平成19年度～21年度】 新・神戸の 地盤減災研究会	<ul style="list-style-type: none"><li>・<b>住宅の耐震化促進</b>を目指し、<b>常時微動の活用</b>を中心に検討を実施</li><li>・神戸市に実在する住宅を対象に常時微動を活用した<b>地盤・建物の耐震性評価</b>、などを実施</li></ul>
【平成22年度～26年度】 神戸の 減災研究会	<ul style="list-style-type: none"><li>・<b>南海トラフ巨大地震</b>を対象に神戸市の建築構造物への影響を検討</li><li>・①「神戸JIBANKUN」を活用し、神戸市内で想定される<b>地震動の評価</b>、②各種構造の建物を対象とした<b>地震応答解析による被害予測</b>、③被災した建築物の安全対策の検討、などを実施</li></ul>

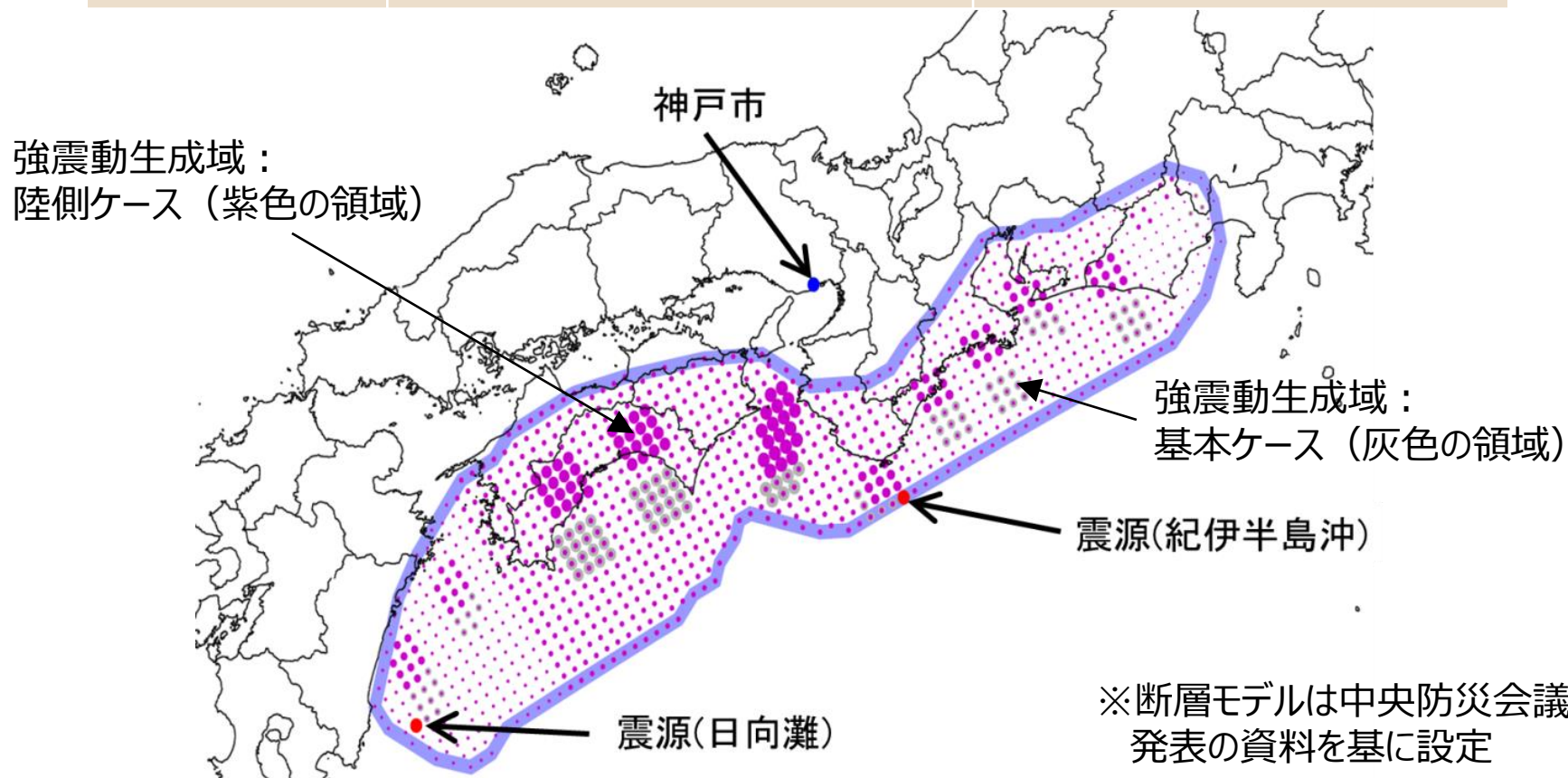
神戸の減災研究会【平成22年度～26年度】

## 南海トラフ巨大地震による神戸市の建築構造物への影響評価

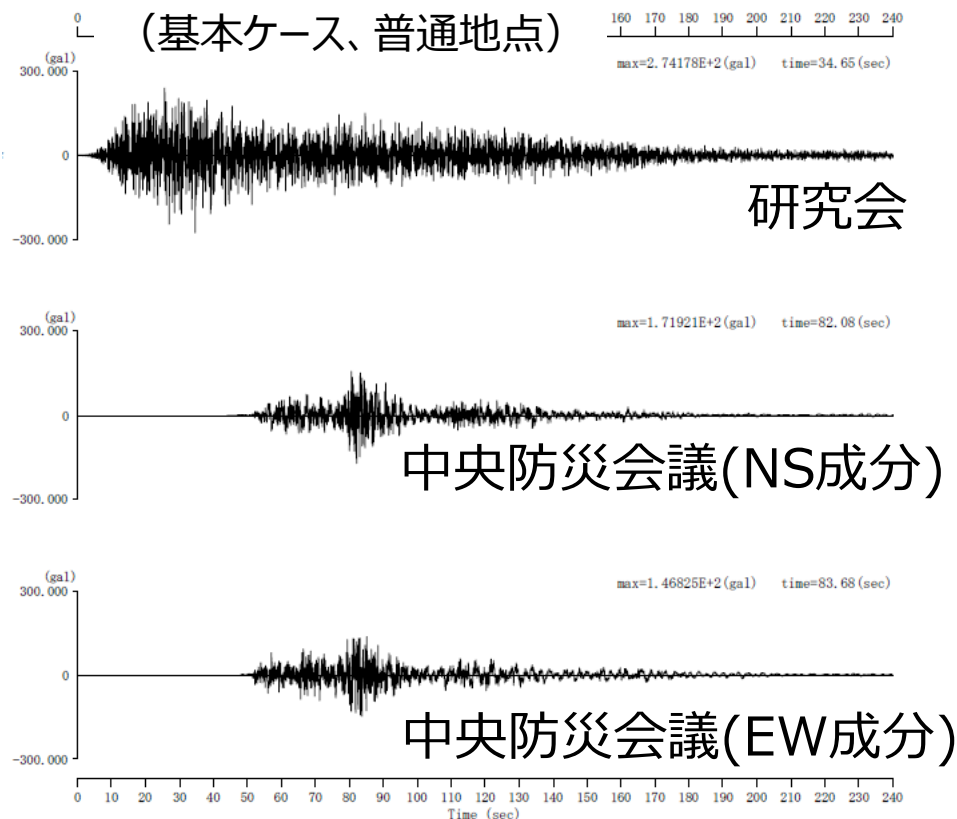
- **地震動**：久世 益充（岐阜大学 流域圏科学研究センター）
  - 南海トラフ巨大地震（中央防災会議）の被害想定モデルと「神戸 JIBANKUN」を基に、神戸市内での地震動をより詳細に検討
- **木造住宅**：堀江 啓（株インターリスク総研）
  - 解析対象：1972 年～1981 年建設の2 階建住宅
  - 耐震診断および常時微動測定より、耐震性に優れた住宅と不十分な住宅の2 種類を設定し、想定波で予想される地震応答の把握
- **鉄骨造事務所建物（3 階建ラーメン）**：難波 尚（神戸大）
  - 地震によって損傷を受けた建築物の耐震安全対策に関する実験
  - 阪神淡路大震災における鉄骨像建物の接合部破断現象を再現し、接合部破断が地震応答性状に与える影響を把握
  - 数値解析手法の構築

## 断層モデルの作成 (M9クラス)

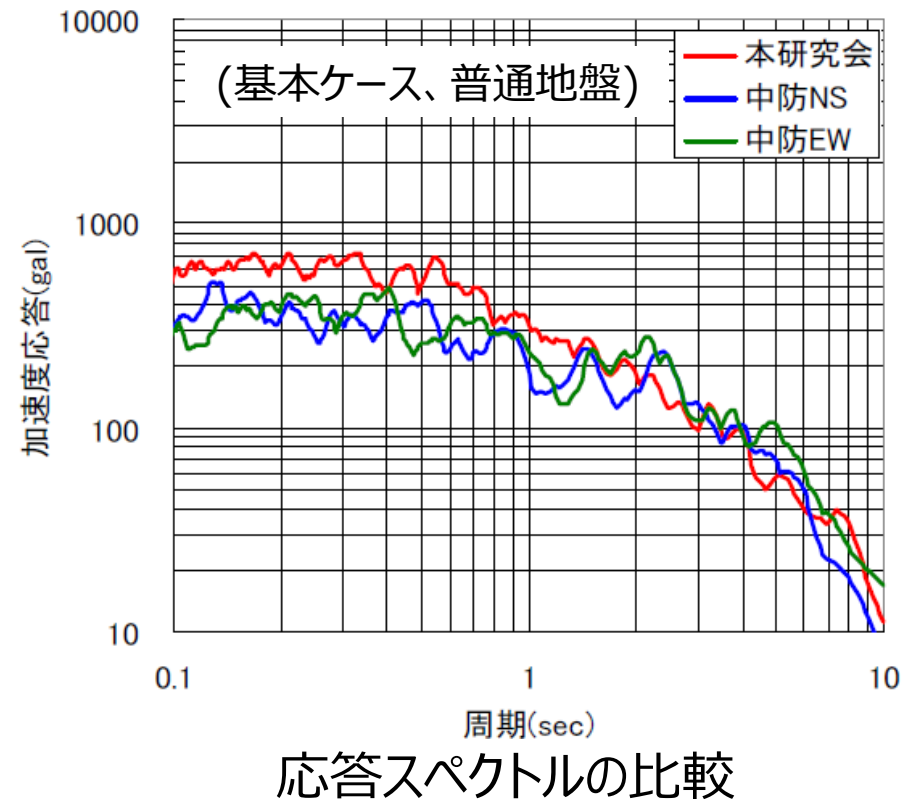
	震源位置	強震動生成域
基本ケース	紀伊半島沖（内閣府と同じ）	内閣府の基本ケースと同じ
陸側ケース	紀伊半島沖（内閣府と同じ）	内閣府の陸側ケースと同じ
日向灘ケース	日向灘（研究会独自）	内閣府の陸側ケースと同じ



# 研究会による南海トラフの地震動の評価 シミュレーション波形の比較



- 研究会波形：継続時間が長い  
→構造物への影響評価



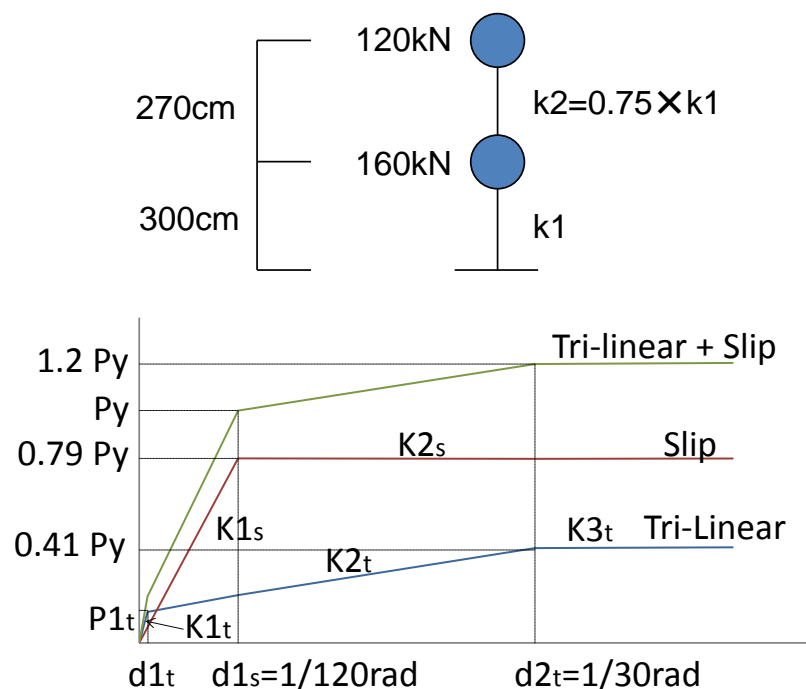
- ほぼ同等の傾向を示す
- 長周期特性に若干の違い(やや軟弱地点) → 深部地盤構造の影響

南海トラフシミュレーション波形による

# 木造住宅の地震応答解析結果事例

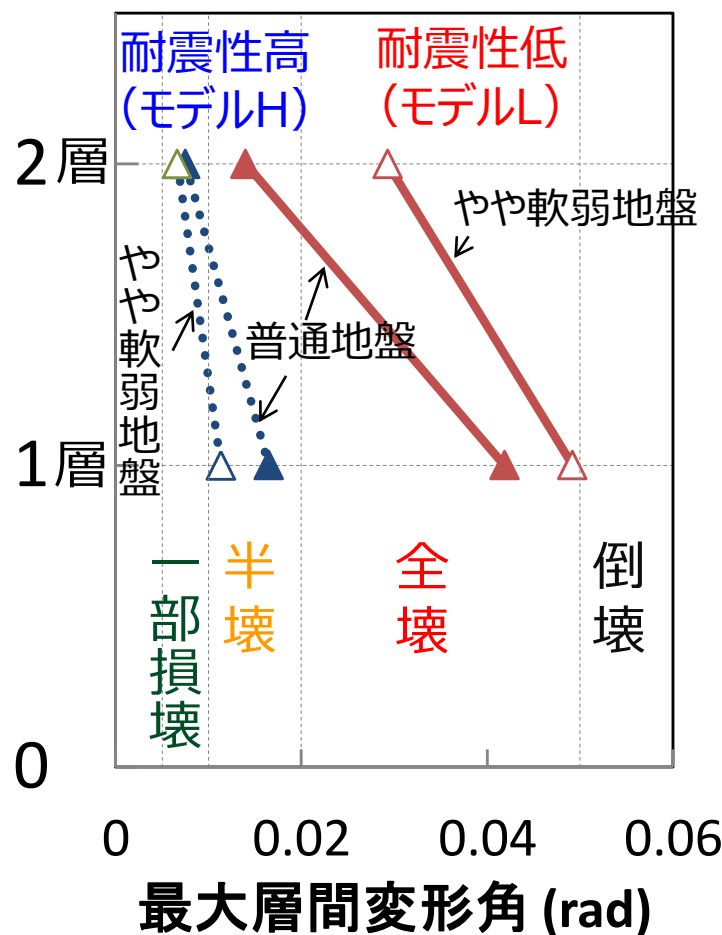
神戸市内で行った耐震診断、常時微動測定の結果を用いて

- ①耐震性に優れた住宅（モデルH）
  - ②耐震性が不十分な住宅（モデルL）
- を設定して2質点系解析を実施



2質点系解析モデル

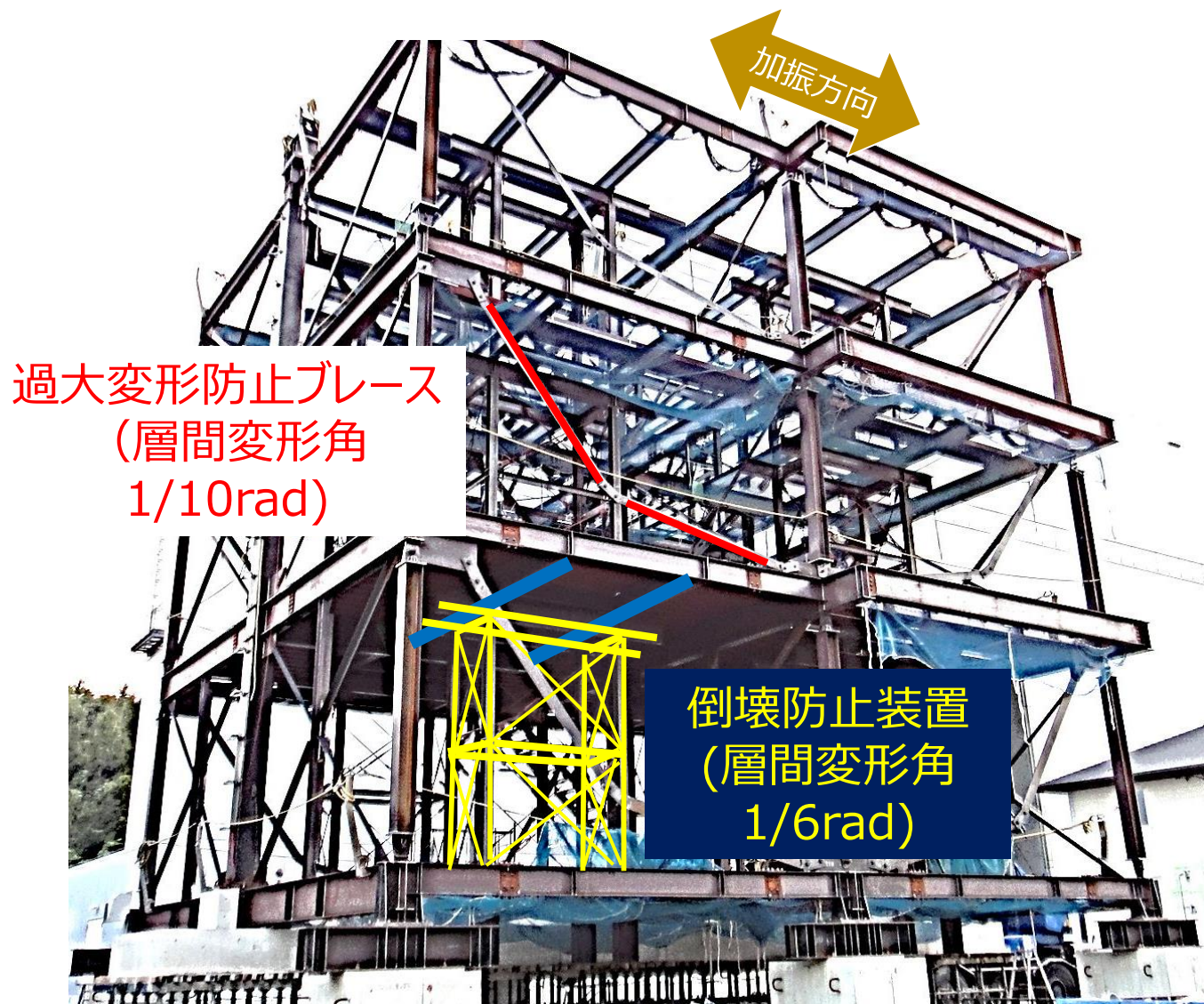
地震動：日向灘ケース



⇒耐震性が不十分な木造住宅に大きな被害の発生可能性がある



# 地震によって損傷を受けた鉄骨建築物の耐震安全対策に関する実験研究 実大実験：試験体全景



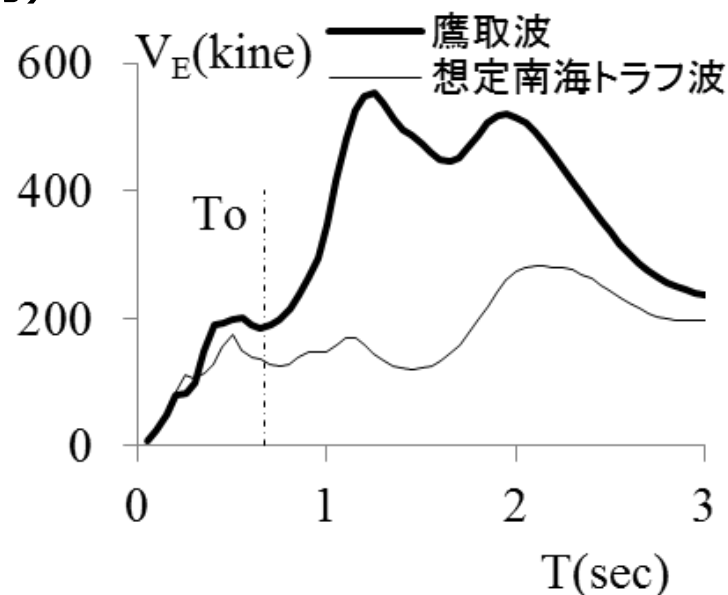
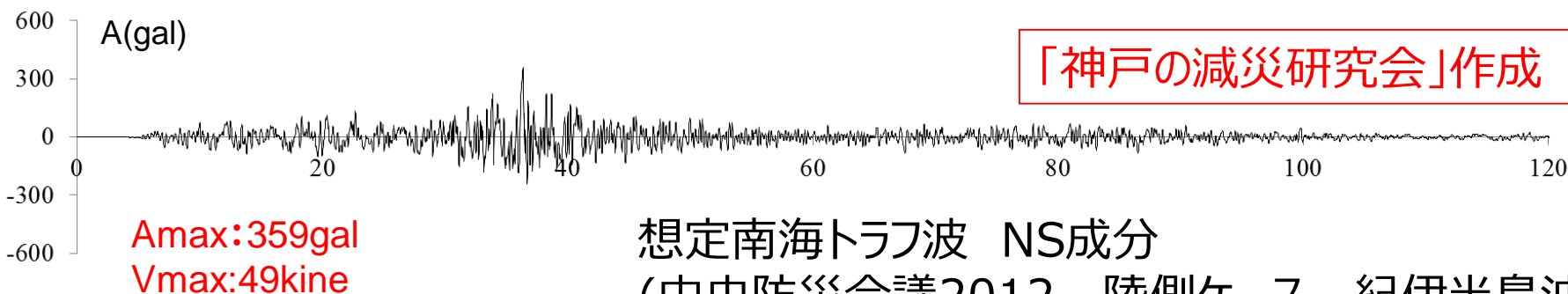
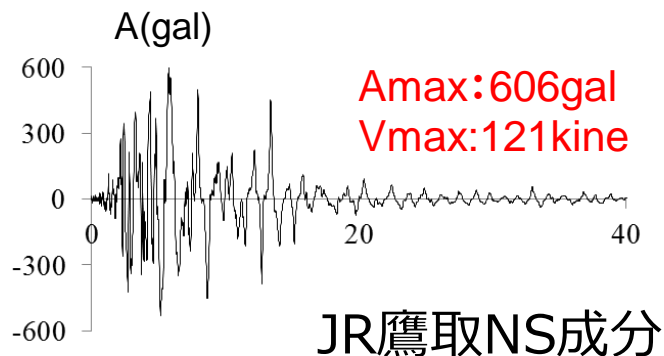
# 地震によって損傷を受けた鉄骨建築物の耐震安全対策に関する実験研究 加振条件

■ 加振方法：1方向水平加振(X方向)

■ 加振波：

□ 鷹取波 NS方向

□ 想定南海トラフ波 NS方向

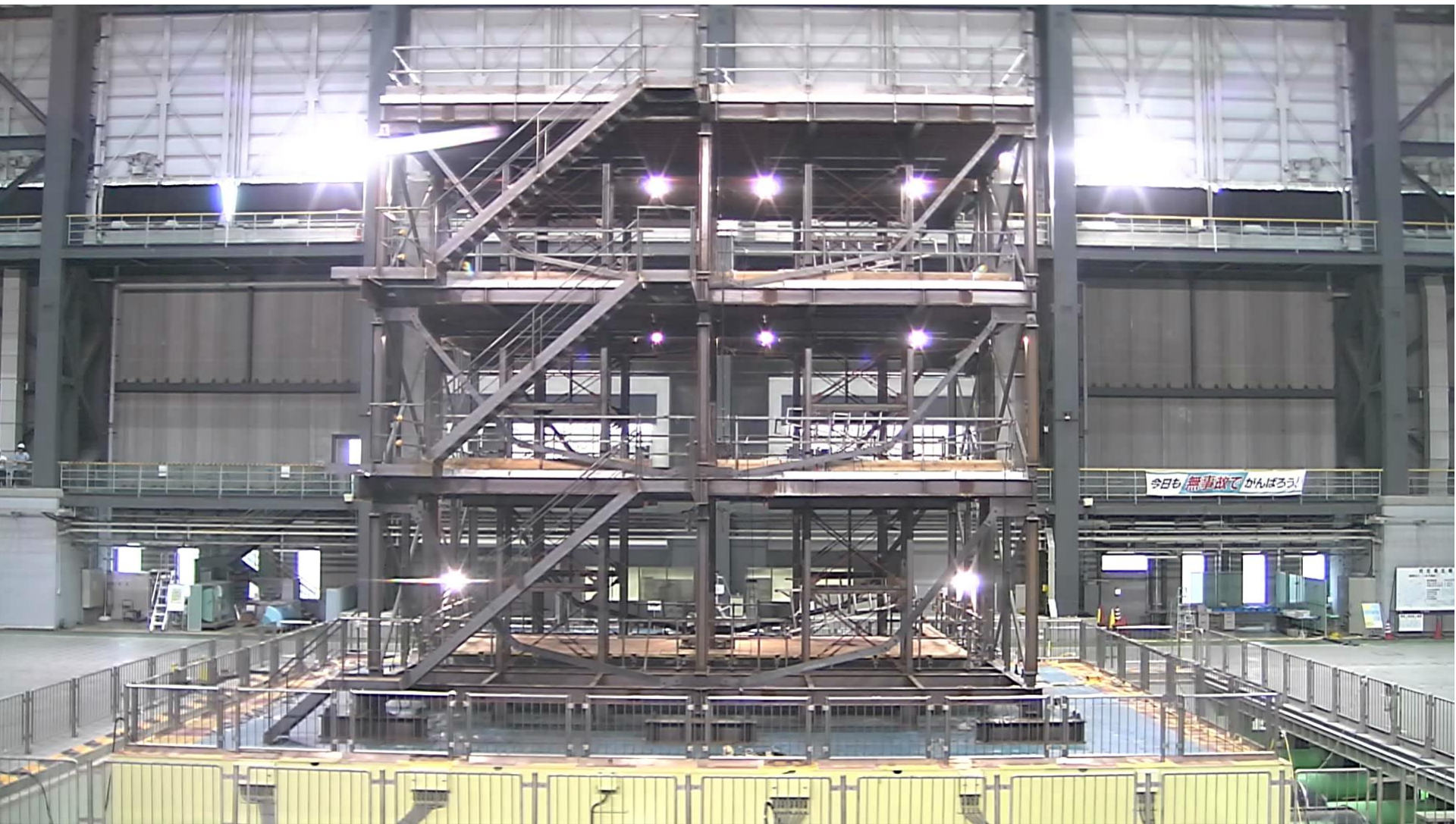


エネルギースペクトル ( $h=0.1$ )

「神戸の減災研究会」作成



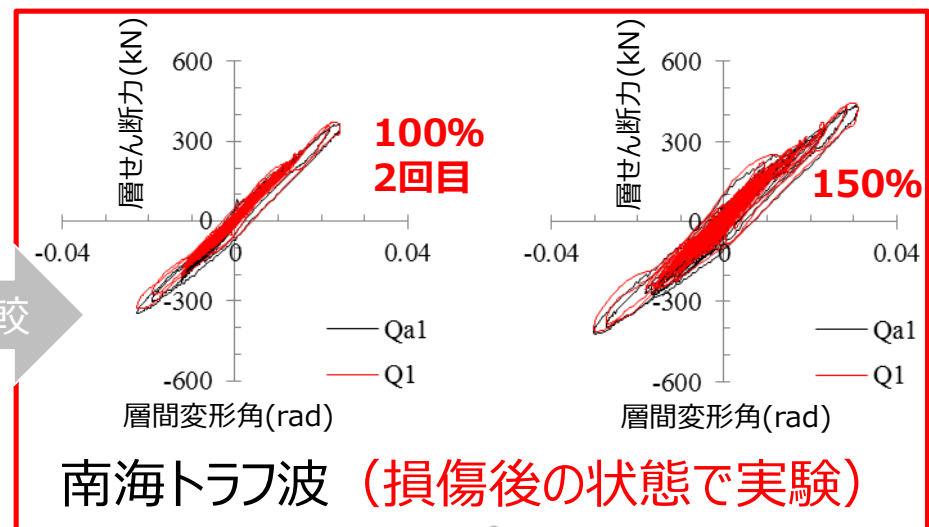
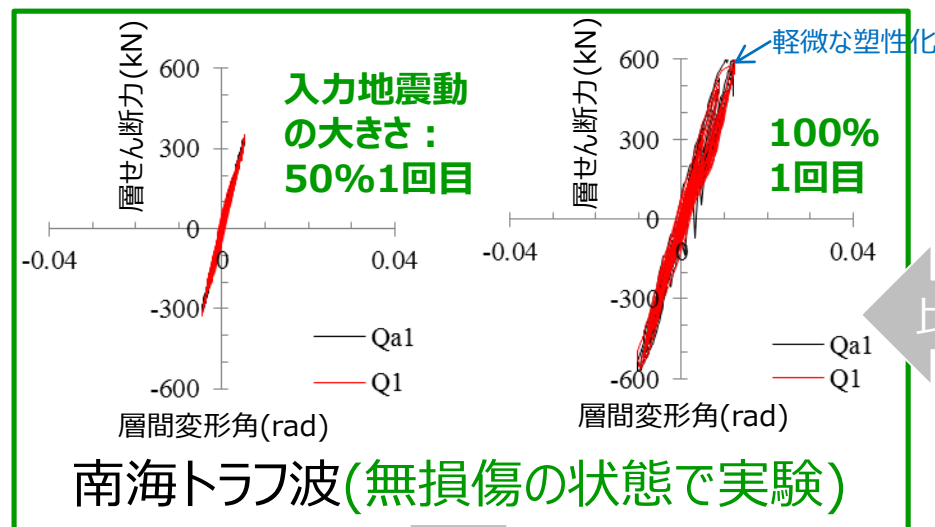
# 地震によって損傷を受けた鉄骨建築物の耐震安全対策に関する実験研究 実大実験の様子（動画）



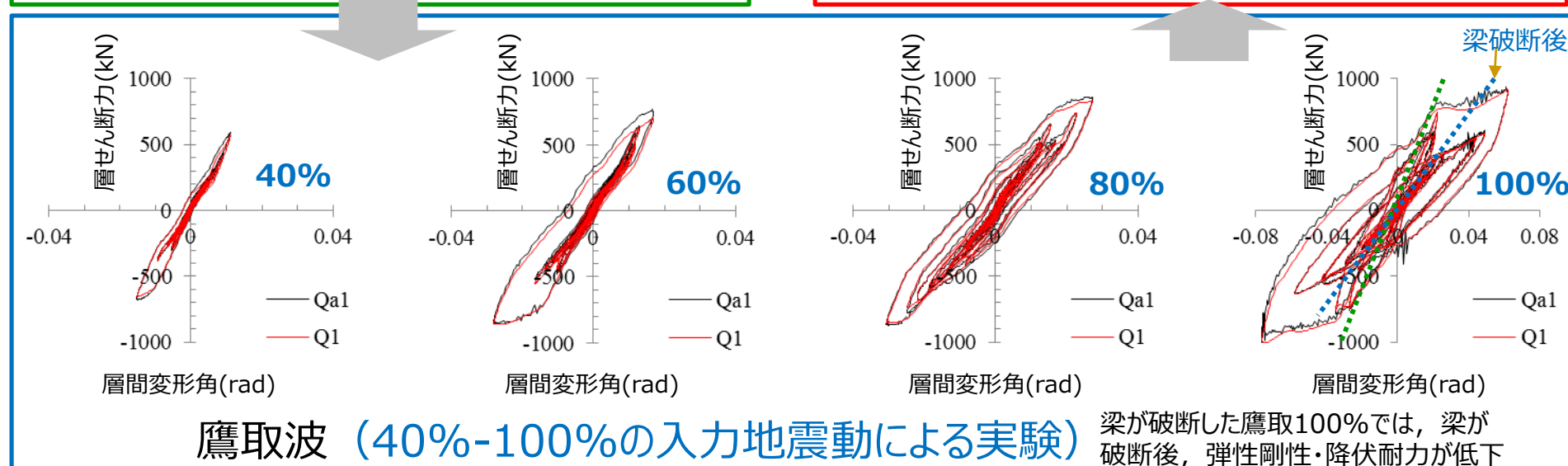
# 地震によって損傷を受けた鉄骨建築物の耐震安全対策に関する実験研究

## 層せん断力－層間変形角関係（1層）

黒実線：層慣性力  
赤実線：層せん断力



比較



⇒ 過去の地震で損傷した建物の震後対策の検討が必要

## 2. 神戸市の地震動特性と中高層建築物の耐震補強に関する研究について

# 研究の背景（１）神戸市の住宅耐震化率の現状

## ■ 国の耐震化率の数値目標

○国の「地震防災戦略(2005)」

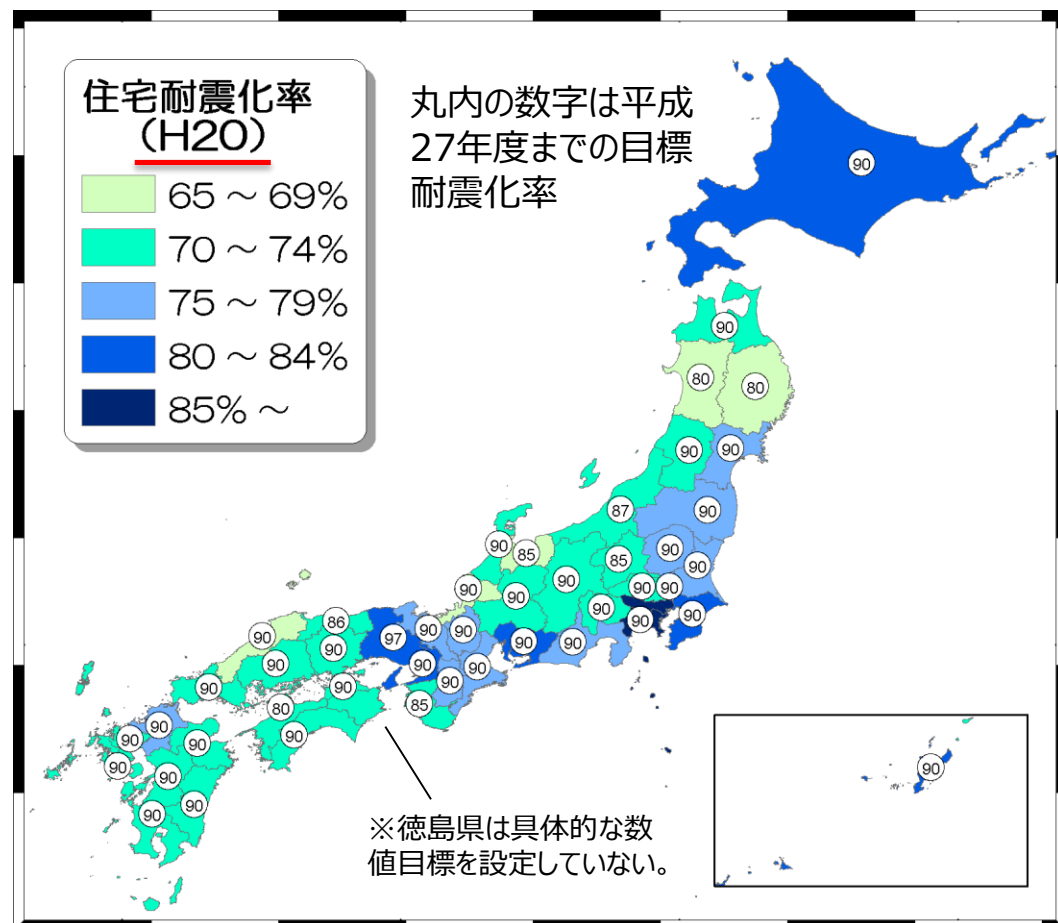
⇒ 平成27年度に90%

○「国土強靱化アクションプラン2015」等

⇒ 平成32年度に95%

## 住宅の耐震化率の現状

	H15	H20	H25
全国平均	75%	79%	82%
兵庫県	78%	82%	86%
神戸市	84%	86%	91%



都道府県別の住宅の耐震化率 <平成20年時の状況>  
(国土交通省資料を基に作成)

- ・ 神戸市の住宅の耐震化率は全国平均に比較して高く、国の当初の**目標値90%を達成**
- ・ 平成32年の目標値95%達成には、一層困難となる課題（所有者の高齢化等）への対応が必要

## 研究の背景（２）耐震補強実務における課題

- 集合住宅等の中高層建物の耐震補強保険は、建物重量が大きいために補強量が過大となる
- 一方、既往のIs値にとらわれることなく、建物の振動解析結果をもとに建物の倒壊可能性を判定する方法の提案がある
  - 建築研究振興協会による「振動解析による倒壊判定」方法
  - ただし、大地震後の再使用を前提としない条件付き
- 振動解析を実施するにあたって必要となる**入力地震動の作成が技術面、費用面で最大のネック**



神戸市の地盤特性を反映した実務に活用できる入力地震動（海溝型、活断層型）が提供されると、**作業負担の大幅な軽減やコストダウン**が実現できる



# 研究の目的

住宅の耐震化促進を目的として、中高層建物を対象に耐震補強の検討に必要な入力地震動の作成に関する検討を行い、耐震補強実務における作業負担の軽減と必要費用の低減に貢献する

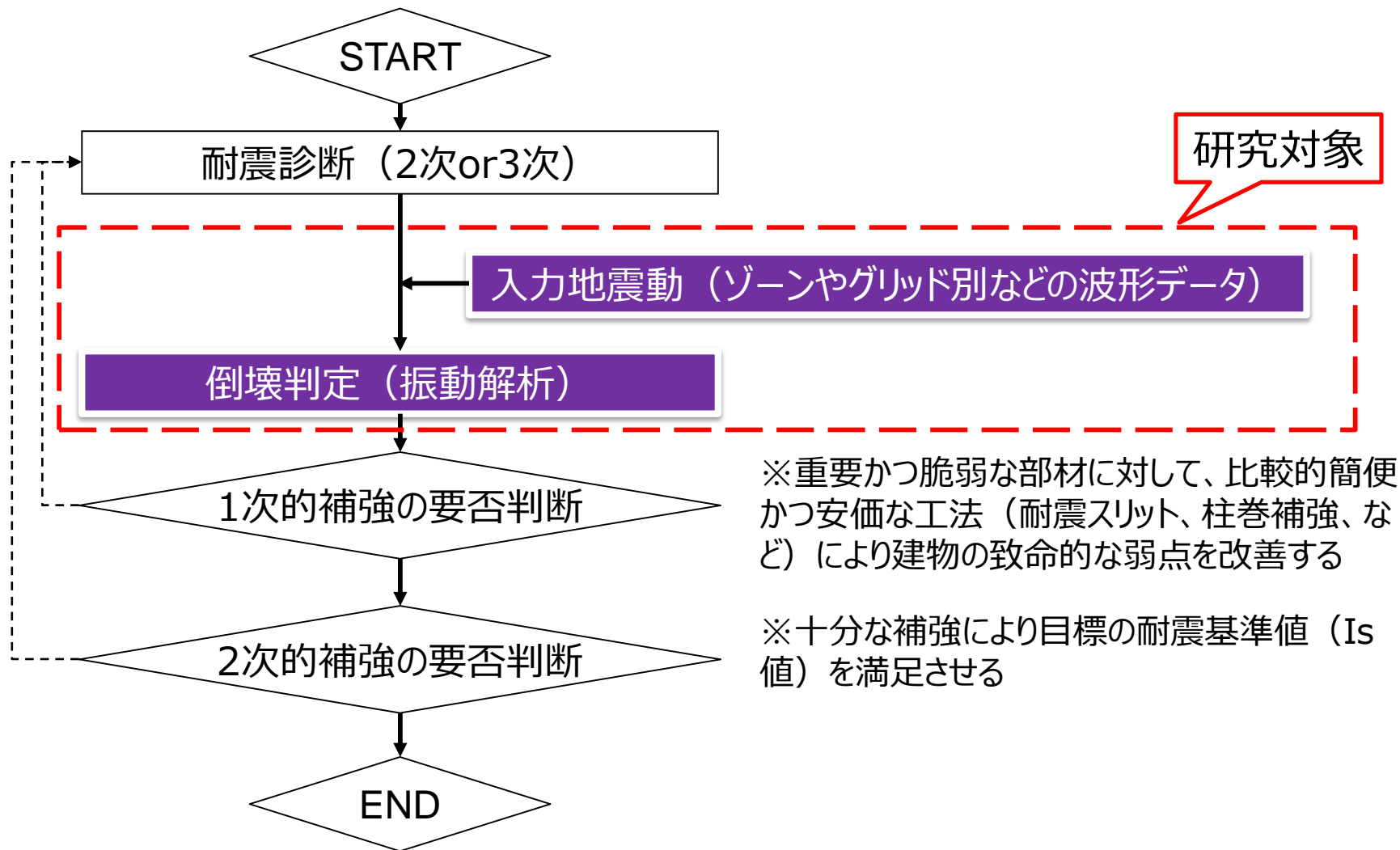
## ■ 研究の方針

- 建物の耐震診断手法、被害予測手法の高度化に加えて、費用の評価を行う
- 神戸市の地盤特性や建物特性を考慮するために、これまでの研究成果や開発技術を活用する
  - 「神戸JIBANKUN」を活用した入力地震動作成技術
  - 木造、RC造、鉄骨造等の地震応答解析技術、被害予測技術
- 実建物を対象としたケーススタディを実施する



# 研究の対象

## ■ 「倒壊判定」を取り入れた耐震補強実務の作業イメージ



# 研究の進め方（予定）

- 5か年計画とし、フェーズ1とフェーズ2の2段階で研究を進める
  - フェーズ1（2015～2017年度）
    - 実建物を対象としたケーススタディを実施し、耐震補強の検討に必要な入力地震動の要件を整理する
  - フェーズ2（2018～2019年度）
    - フェーズ1で整理した要件を踏まえて、入力地震動作成に関する検討や、費用面の検討を行う

# フェーズ1の実施計画（案）

	2015年度				2016年度				2017年度			
研究計画の策定・ 研究体制の構築				↔								
解析対象建物の選定 （中高層建物）					↔							
振動解析モデルの構築 （質点系、フレーム）						↔						
予備解析の実施 （簡易的な地震リスク分析）						↔						
既存の地震動波形を用いた振動解析 の実施（補強前後）								↔				
耐震補強検討に必要な設計用地震動 の要件整理										↔		

# 入力地震動の作成に関する主な検討課題

- 神戸「JIBAKUN」においてボーリングデータがない地点の空間補間方法
- 提供情報の解像度と計算負荷
  - 入力地震動をメッシュ単位で提供するのか、地盤特性の応じてゾーニングするのか
- 地震の不確実性の扱い
  - 入力地震動の大きさやばらつきをどのように評価するのか