路線全体の地震被害推定を行うインベントリー法の信頼性評価

鉄道地震工学研究センター　地震応答制御研究室
副主任研究員　小野寺 周

背景･目的

■背景

- 鉄道構造物の被害推定が可能なシミュレーション技術を開発
- 評価対象が限定的
- 被害推定結果の信頼性の定量評価が困難

■目的

- 評価対象を拡大して路線全体を評価
- インベントリー法による被害推定精度を明示、効率的な被害推定

目次

1. 研究の背景
2. 評価対象構造の拡大
3. インベントリー法の精度検証・精度向上手法
4. 効率的かつ信頼性の高い被害推定
5. まとめ・成果の活用

1. 研究の背景

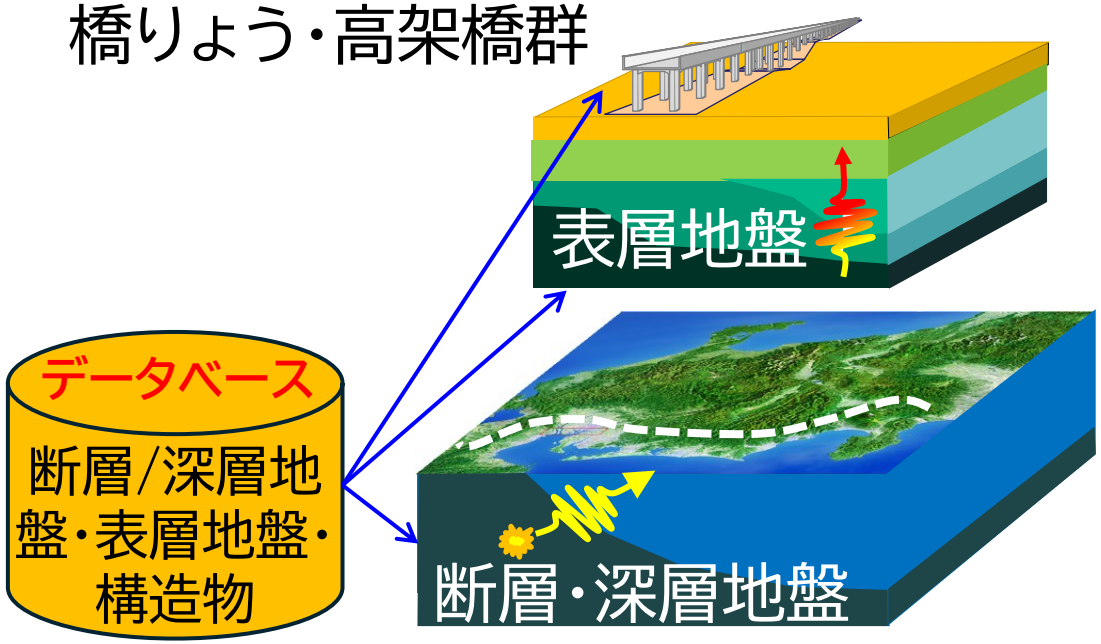
路線全体の地震対策

・耐震補強の優先順位
・復旧計画の策定など

事前の地震被害推定が有効

鉄道地震災害シミュレータの活用

橋りょう・高架橋群

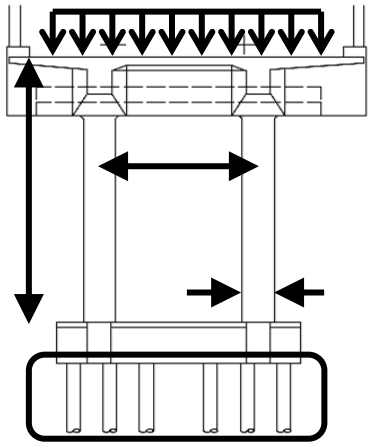


- 一般的な橋りょう・高架橋、盛土を対象
- 高精度な被害推定（設計計算レベル）
- 詳細な構造諸元を入力

1. 研究の背景

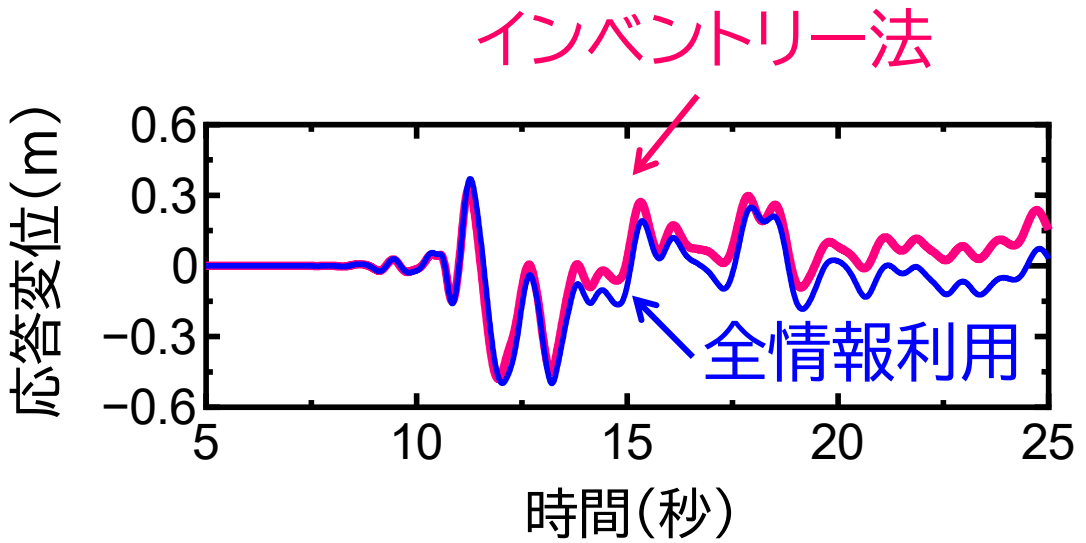
情報取得の省力化 ➡ インベントリー法

・必要情報を低減
・データベースから振動特性（等価固有周期、降伏震度）を抽出・被害推定
・情報の多寡に応じた評価



・構造形式
・寸法（高さ、断面幅、スパン）
・柱の引張鉄筋比
・柱の軸応力
・基礎形状
・地盤条件

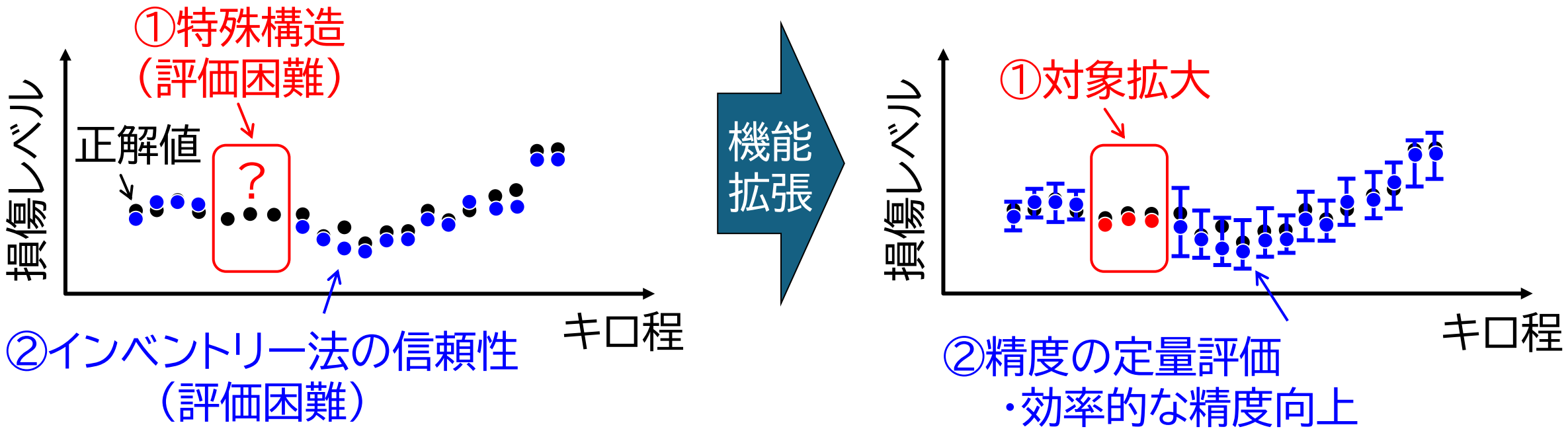
※その他は標準値を使用



1. 研究の背景

課題① 一部の特殊な橋りょう・高架橋は評価困難

課題② インベントリー法による被害推定結果の信頼性が評価困難

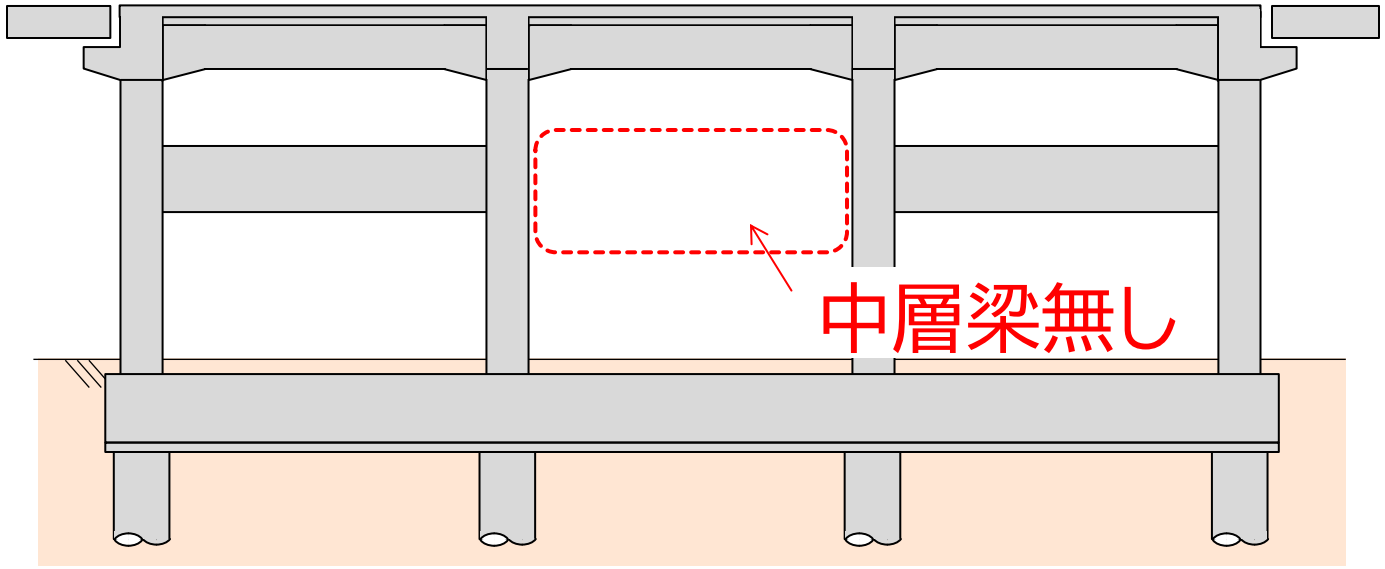


2. 評価対象構造の拡大

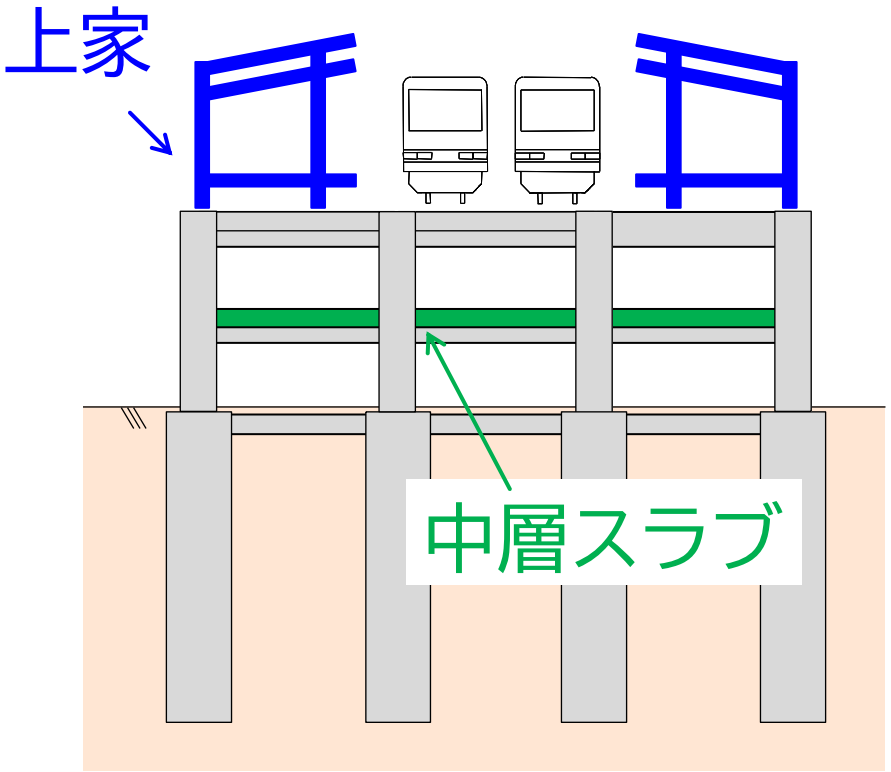
形状や荷重条件が特殊な構造物は評価困難

中層梁が部分配置された高架橋

線路方向 ⇔



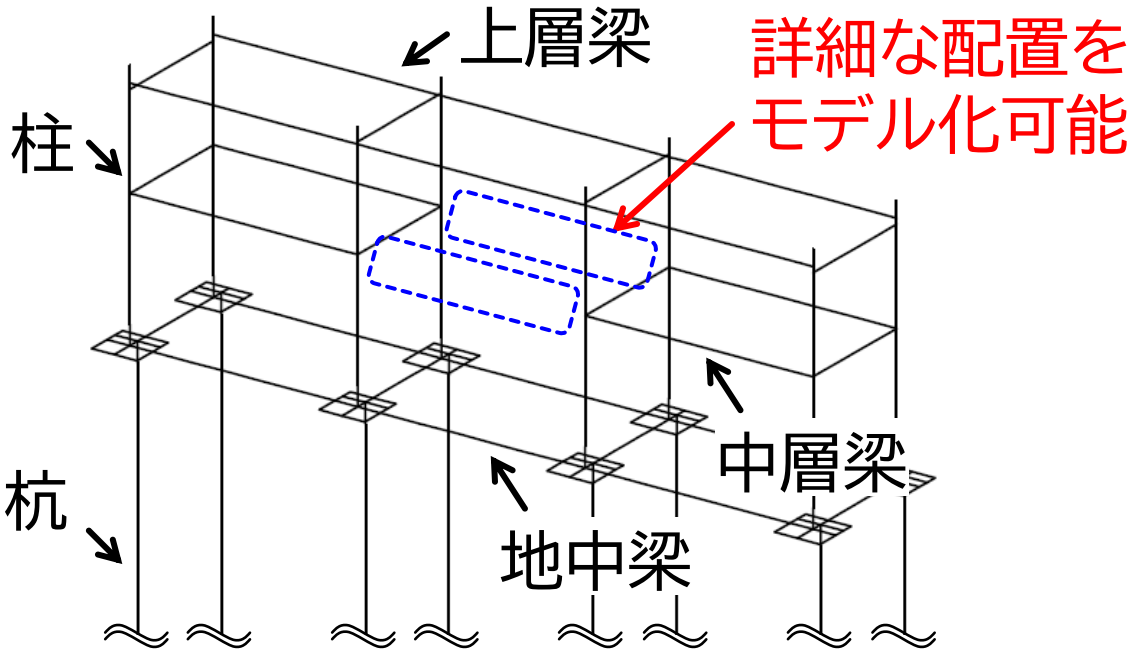
駅部高架橋



2. 評価対象構造の拡大

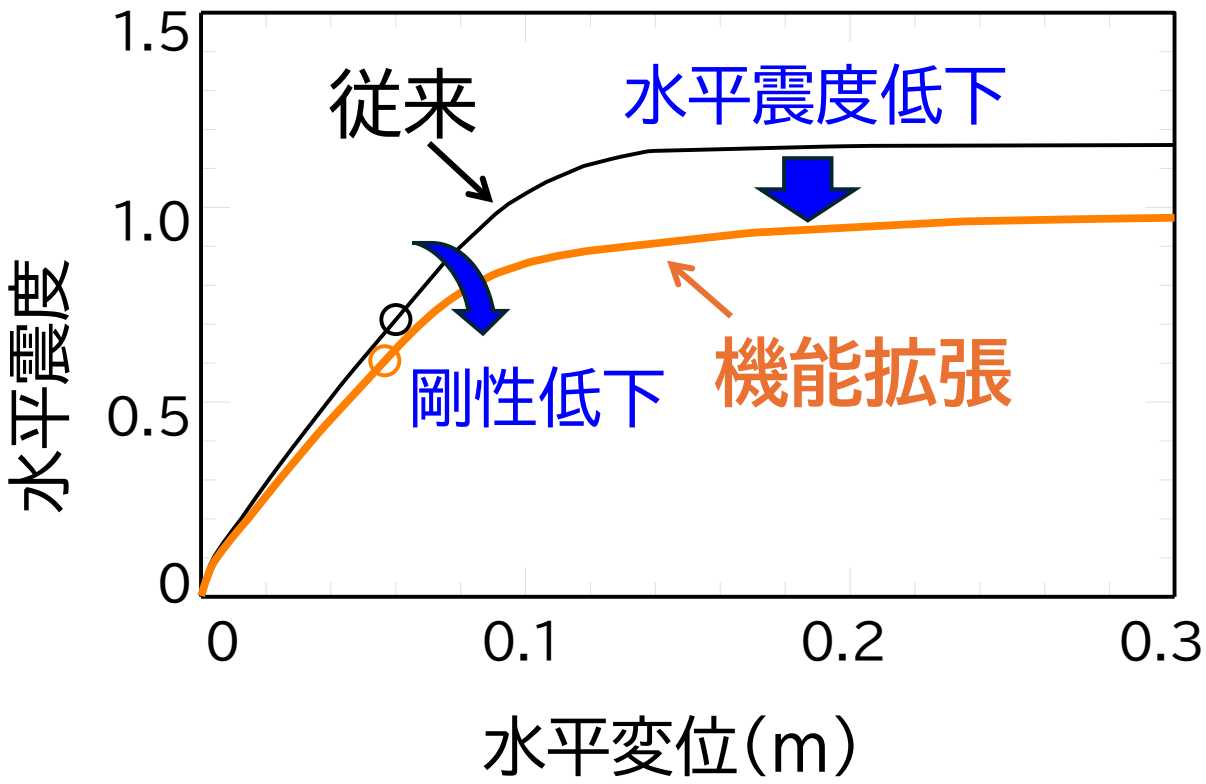
中層梁が部分配置された高架橋 ⇨ モデル化機能拡張

3次元モデルの自動構築



※従来はすべての位置に配置

プッシュ・オーバー解析



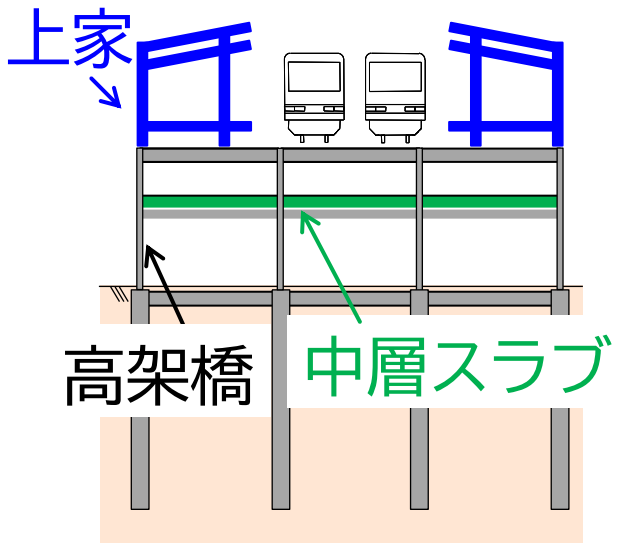
2. 評価対象構造の拡大

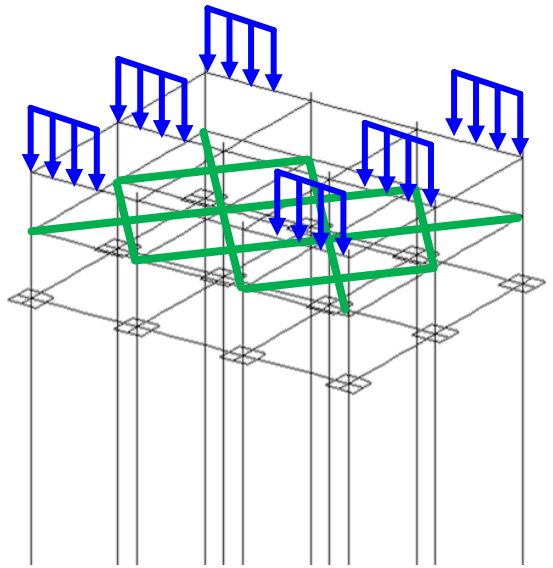
より簡便な評価法

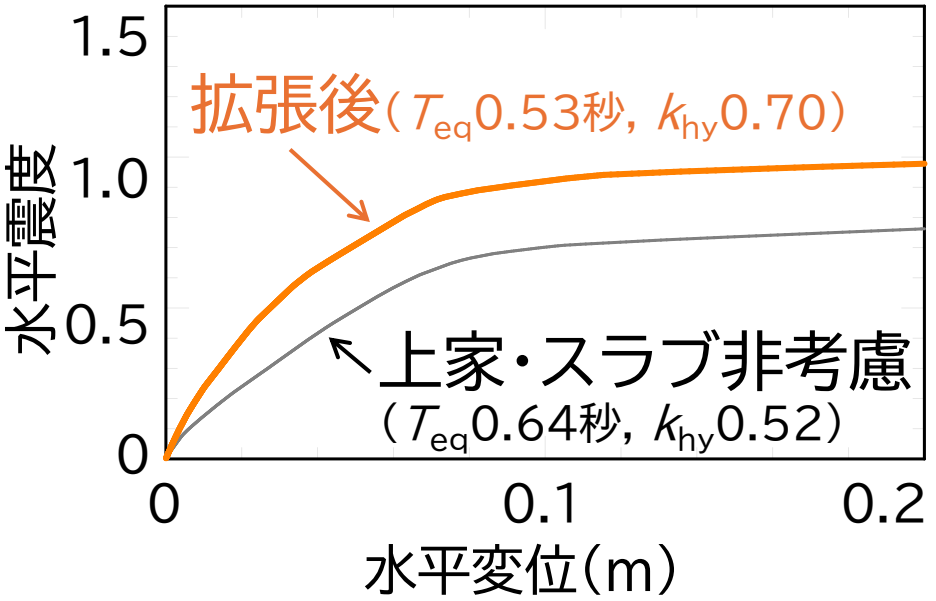
駅部高架橋 ⇨ モデル化機能拡張、インベントリー法の拡張

3次元モデルの自動構築

プッシュ・オーバー解析



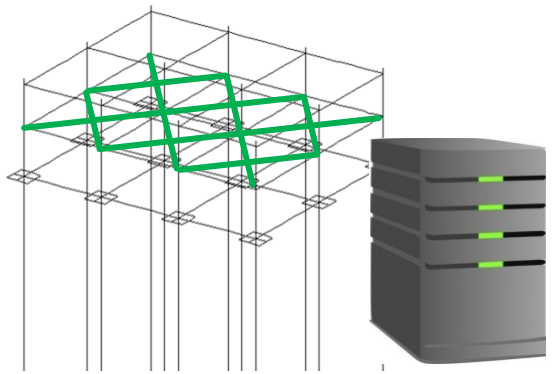




2. 評価対象構造の拡大

駅部高架橋 ⇨ インベントリー法の拡張

中層スラブの影響
（データベース拡張）

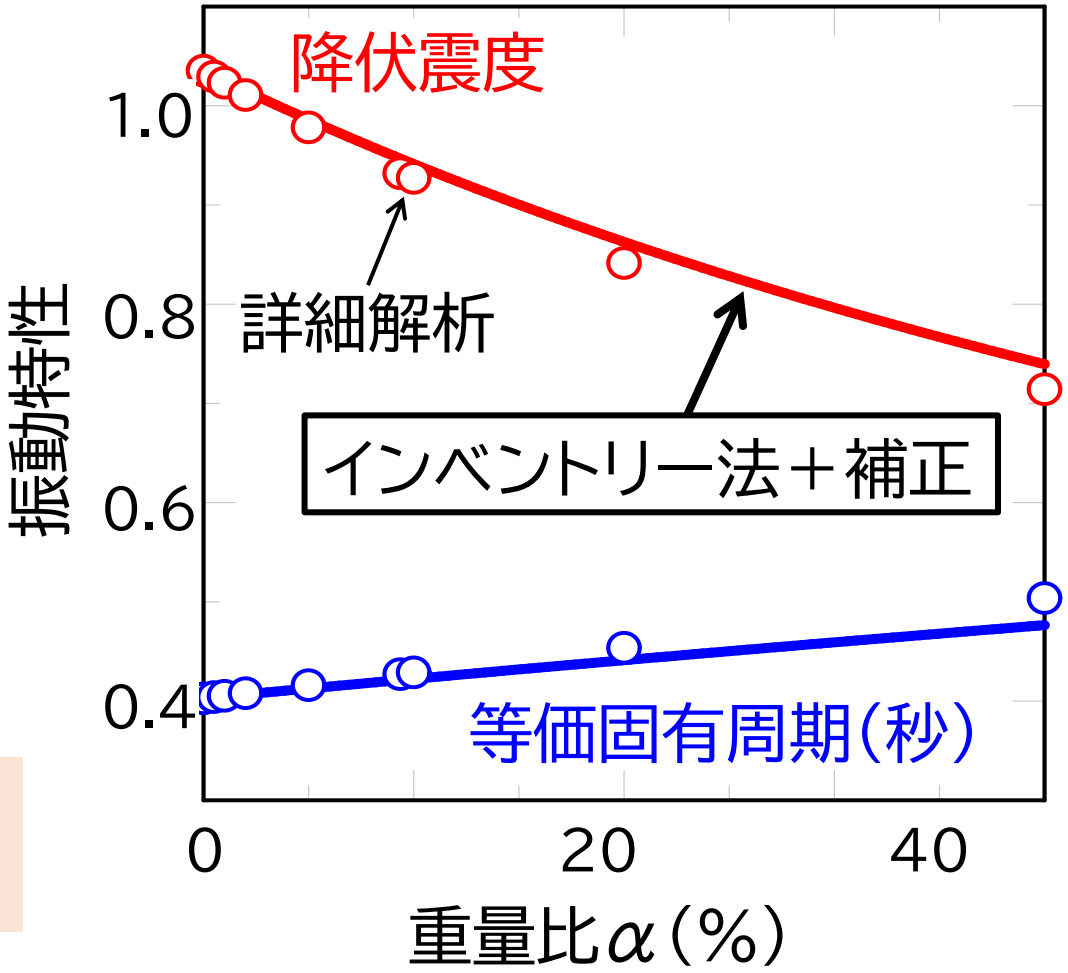


振動特性の抽出（上家なし）

上家の影響

高架橋に対する**上家の重量比α**で振動特性を補正

・等価固有周期を$(1+\alpha)^{0.5}$倍 ➔ 重量比で増加
・降伏震度を$(1+\alpha)^{-1}$倍 ➔ 重量比で低下



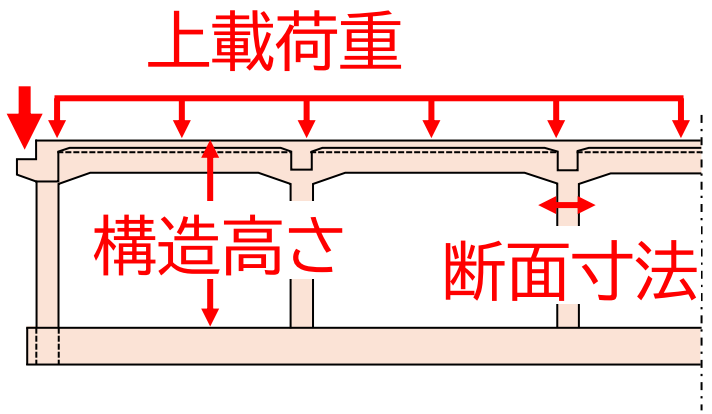
得られた振動特性をもとに1自由度系モデルによる被害推定が可能

3. インベントリー法の精度検証・精度向上手法

優先度をつけた情報取得

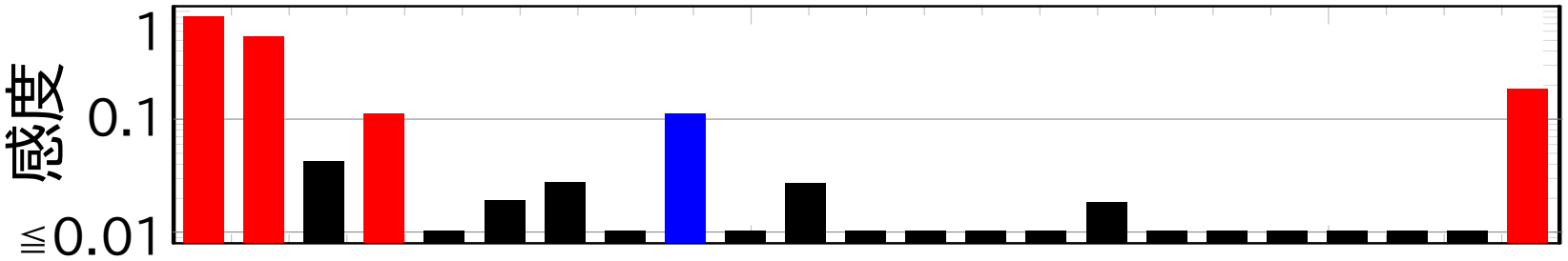
・感度が大
・取得が容易

振動特性の感度を整理

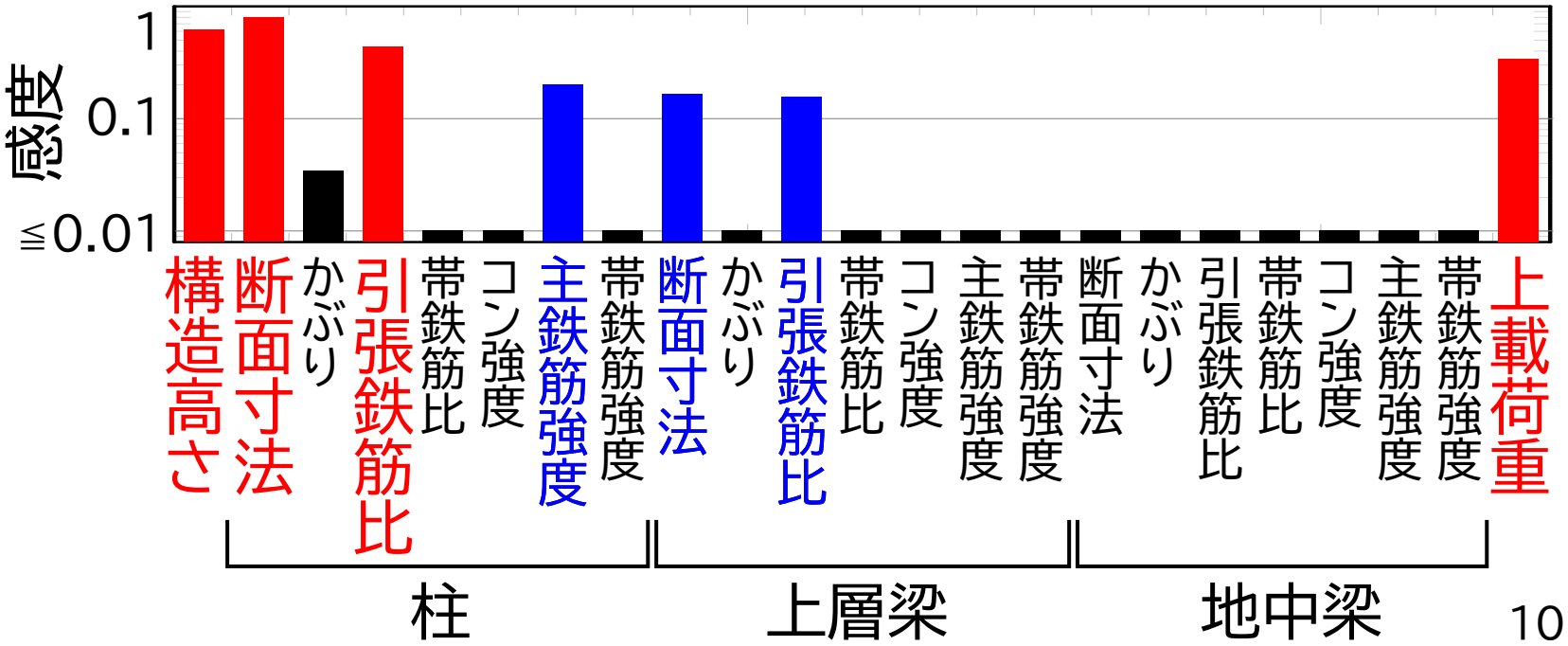


✓ 現実的な範囲で諸元変更
✓ 変動量(＝感度)を算定

等価固有周期



降伏震度



3. インベントリー法の精度検証・精度向上手法

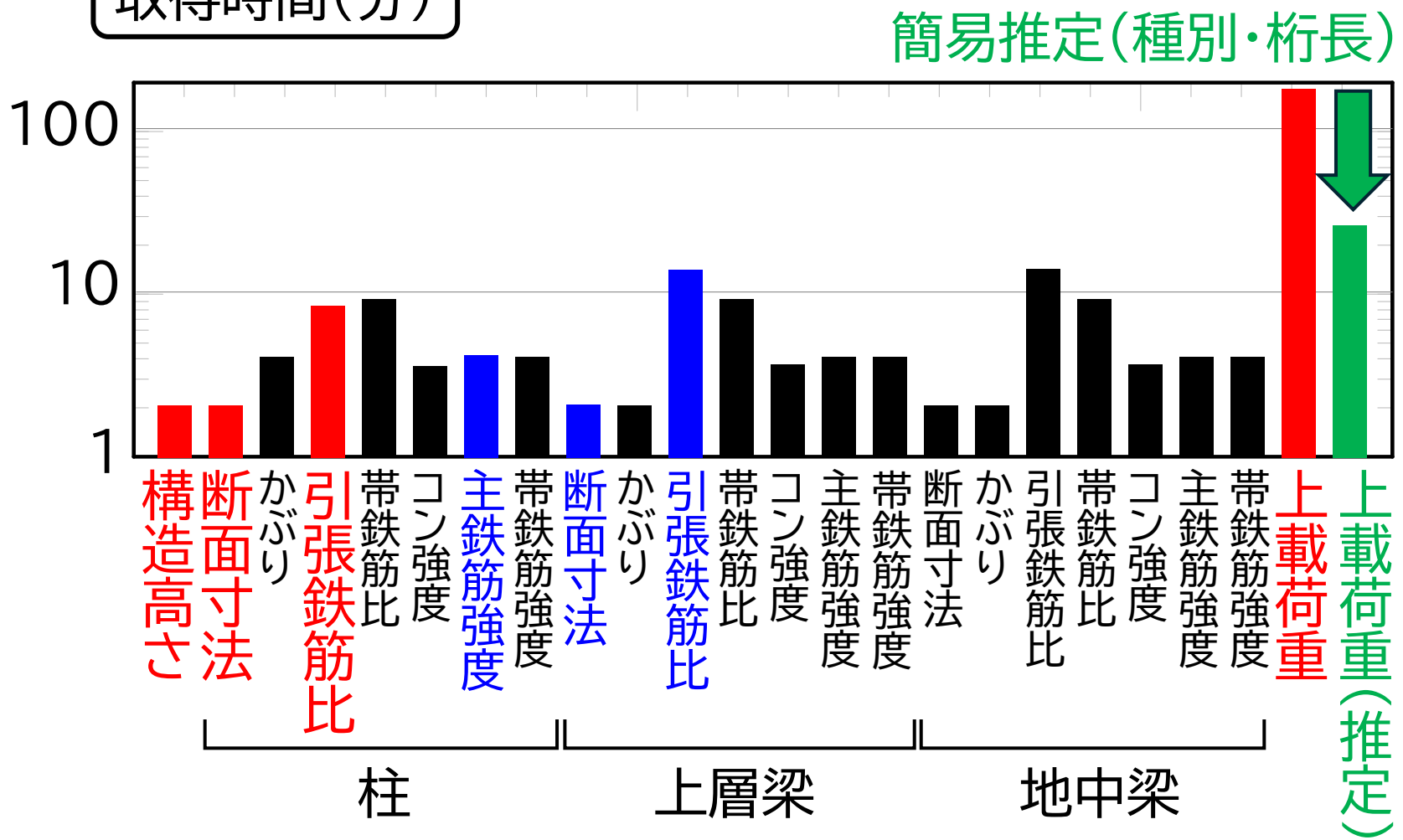
優先度をつけた情報取得

・感度が大
・取得が容易

取得に要する時間を整理

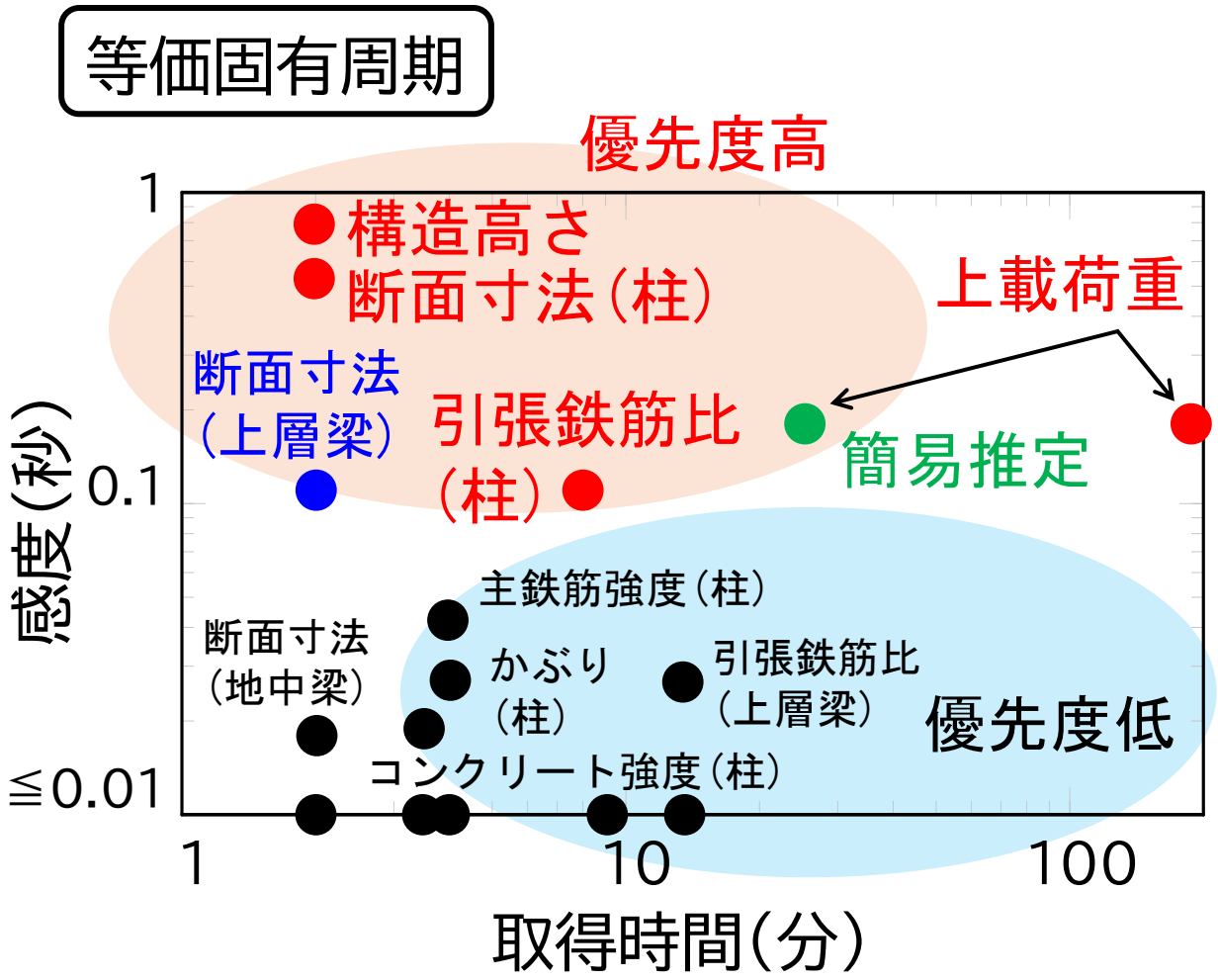
✓ 図面に記載
　・・・読み取り時間
✓ 上載荷重
　・・・荷重の計算時間

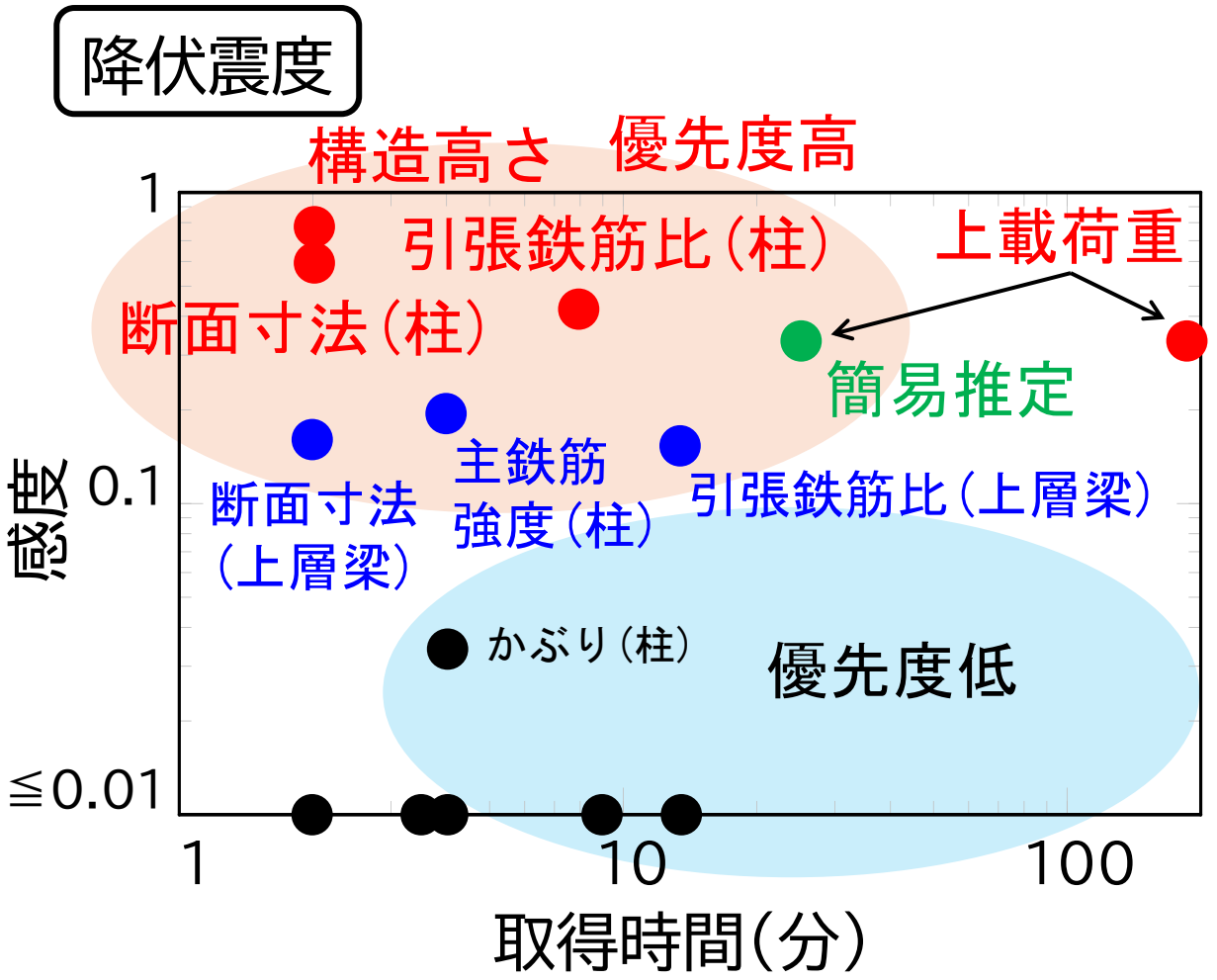
取得時間(分)



3. インベントリー法の精度検証・精度向上手法

取得時間と感度との関係を整理





この関係に基づき取得すべき情報の優先度を決定可能

4. 効率的かつ信頼性の高い被害推定

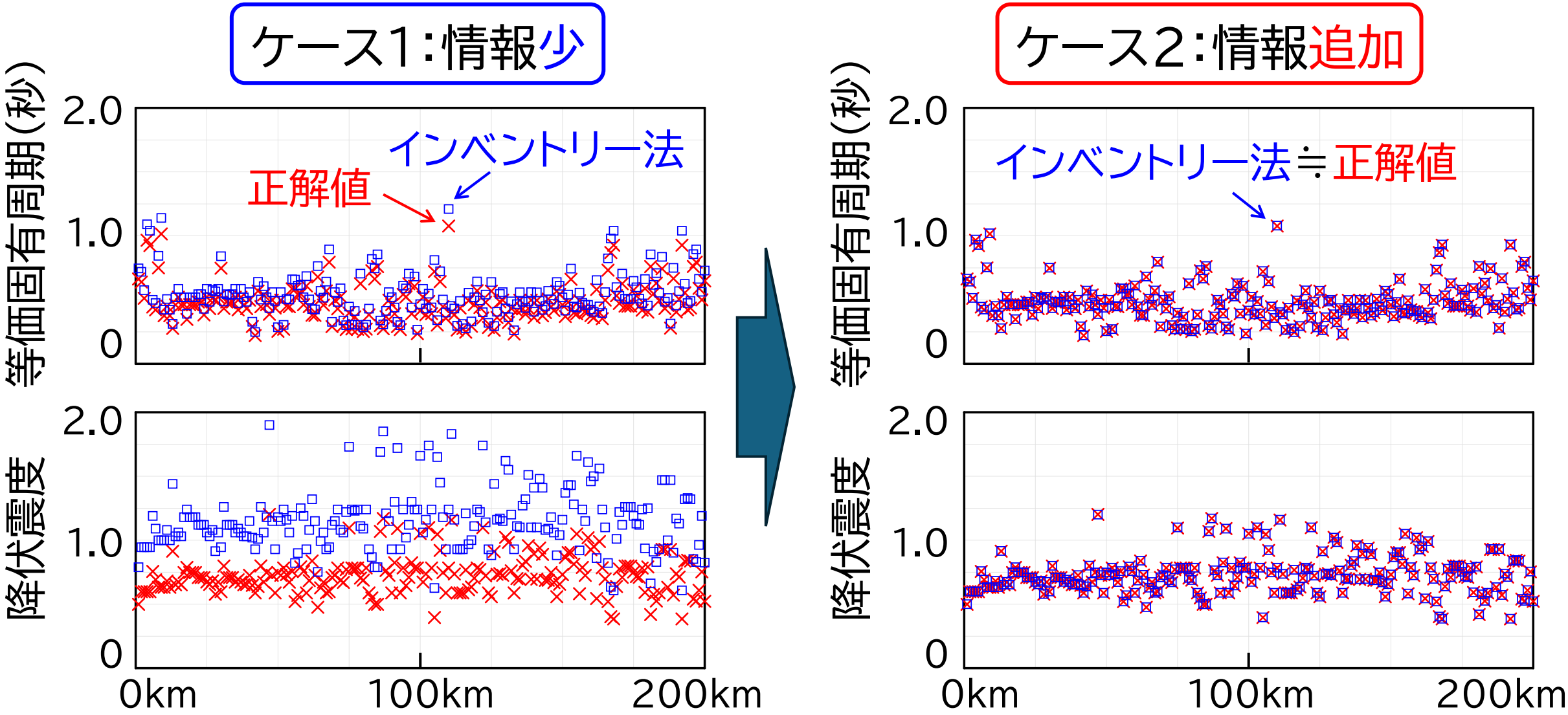
優先度に基づくインベントリー法の精度向上効果を確認した

算定条件

- ✓ 延長200kmの仮想路線
- ✓ 一般的な橋りょう・高架橋
- ✓ インベントリー法により地震被害推定

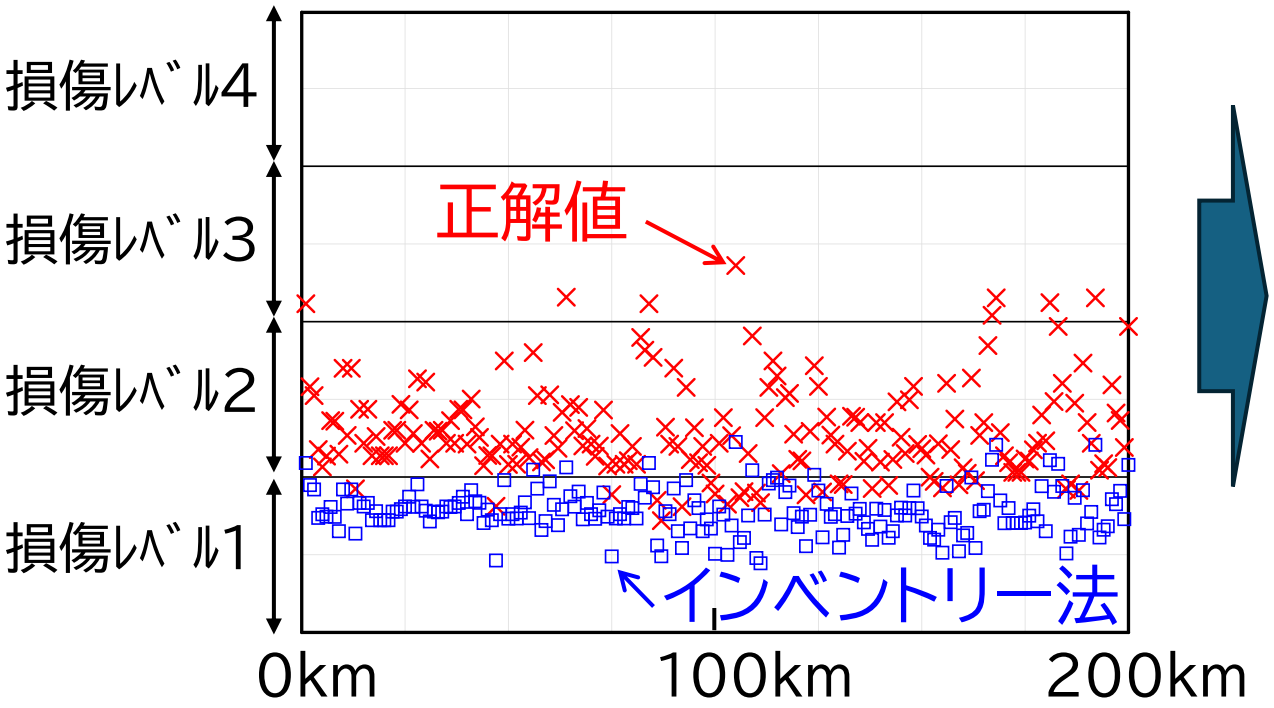
ケース名	取得情報	1構造物あたりの取得時間(分)
ケース1	可能な限り少ない作業量 構造高さ、柱の断面寸法、柱の引張鉄筋比	12
ケース2	重要な情報を追加 ケース1+上載荷重、柱の主鉄筋強度、上層梁の断面寸法、上層梁の引張鉄筋比	57

4. 効率的かつ信頼性の高い被害推定



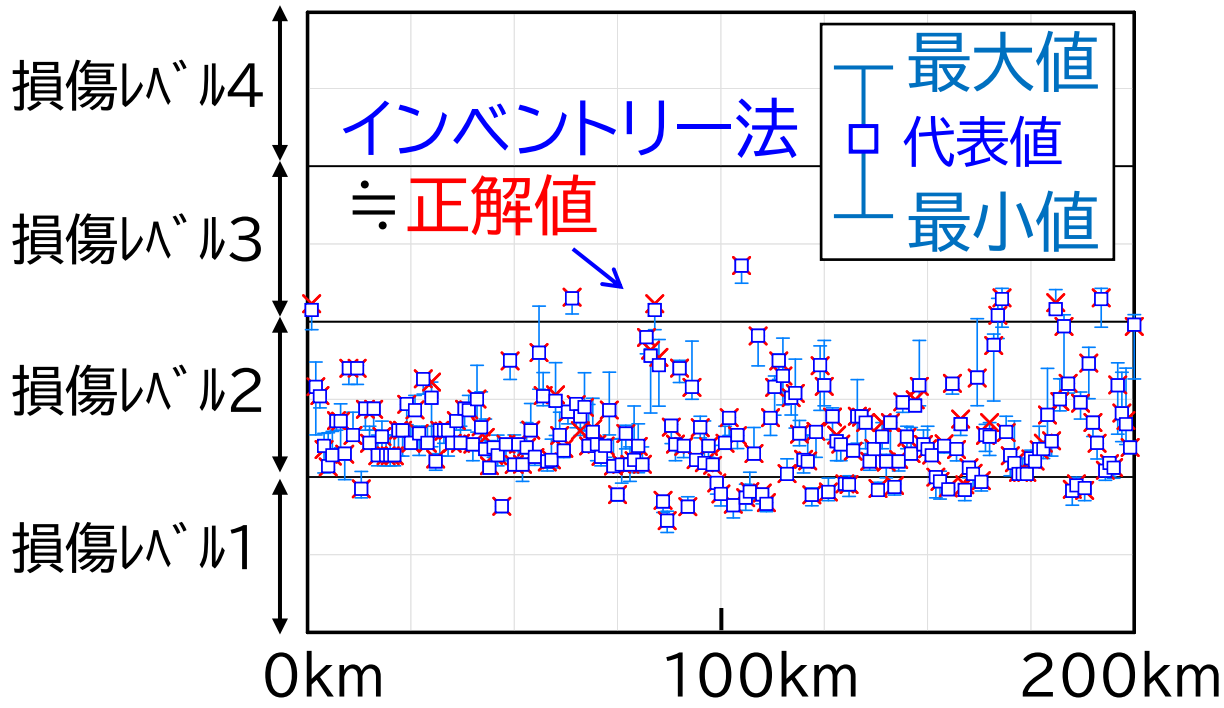
4. 効率的かつ信頼性の高い被害推定

ケース1:情報少



➔構造ごとの変動を評価困難

ケース2:情報追加



➔個別構造の挙動を精度よく評価

- ✓ 優先度に基づき効率的に被害推定精度を向上可能
- ✓ 誤差を明示することで結果の信頼性を評価可能

5. まとめ

鉄道構造物の被害推定が可能なシミュレーション技術

✓ 評価対象の拡大

－中層梁が部分配置された高架橋

－駅部高架橋

✓ インベントリー法の精度明示、情報取得の優先度評価

（感度＋作業時間）

路線全体に対する効率的・信頼性の高い被害推定の実現

5. 成果の活用

- 被害推定結果を用いた地震対策の検討
  - 耐震補強の優先順位
  - 復旧計画の策定など
- 鉄道地震被害推定情報配信システムDISERとの連携

参考文献

1. 本山紘希, 坂井公俊, 井澤淳, 室野剛隆：鉄道地震災害シミュレータの開発, 鉄道総研報告, Vol.30, No.5, pp.5-10, 2016
2. 小野寺周, 和田一範, 坂井公俊, 室野剛隆：インベントリー法による橋りょう・高架橋の被害推定法, 鉄道総研報告, Vol.33, No.12, pp.29-34, 2019
3. 岩田直泰, 坂井公俊, 山本俊六, 青井真：鉄道地震被害推定情報配信システム（DISER）の開発, JREA, Vol.63, No.6, 、2020