

長周期地震動の予測情報に関する実証実験への取り組み ー高層ビルごとの周期別階級表示ツール開発ー

S21P-14



若目田美冴、加地正明、川野 翼（株式会社エイツー）、久田嘉章、村上正浩（工学院大学）



はじめに 長周期地震動

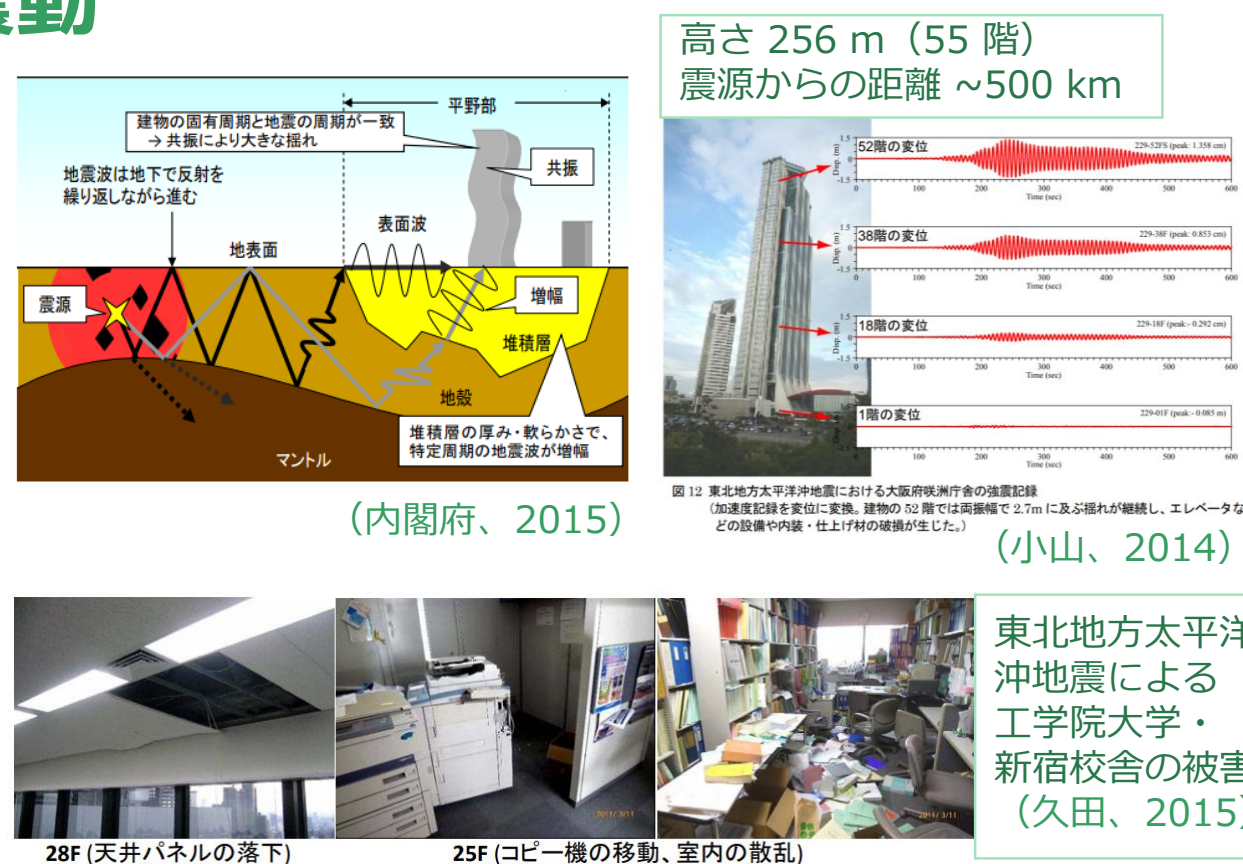
特徴：周期 1-2 秒以上の地震動

発生条件（建築研究所、2013）

1. 地震規模が大きく震源が浅い
2. 地震波伝播経路に軟らかい地盤
3. 平野規模の地盤構造が堆積地盤

長周期地震動により生じうる被害

- ・建物の変形・破損
- ・エレベータの故障・閉じ込め事故
- ・室内被害（什器・家具転倒、天井落下）

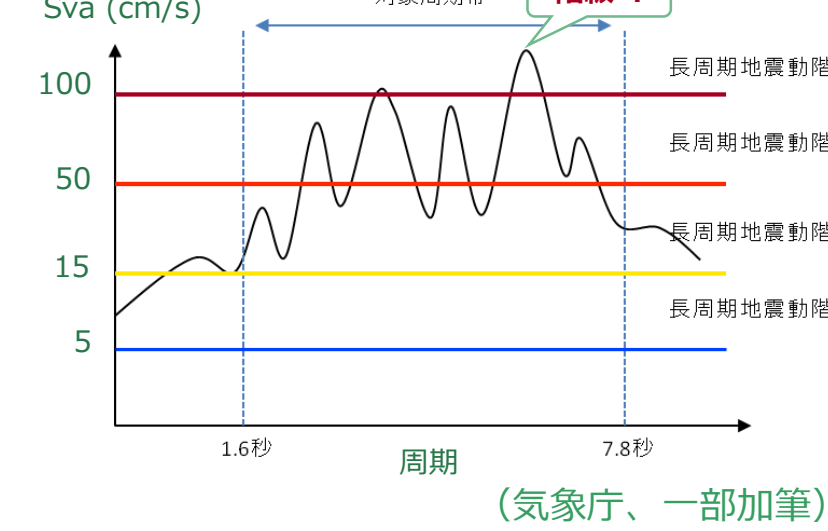


長周期地震動に関する情報の提供状況

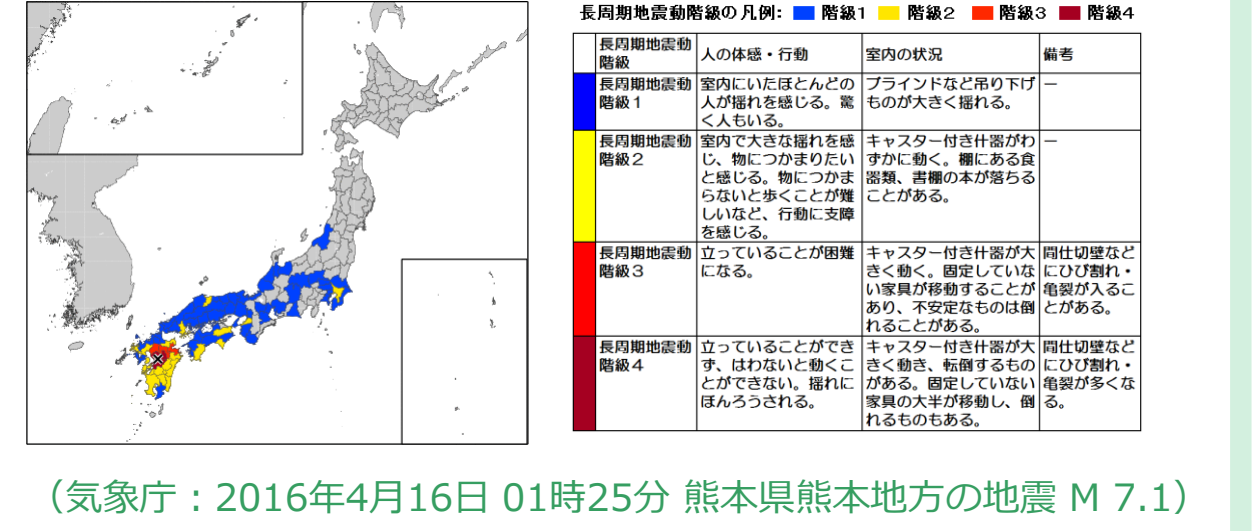
- ・高層階等での被害可能性認識や防災対応支援を目的とし、気象庁が地震発生後に発表※
- ・地表または低層建物の1階に設置した地震計データから計算される対象周期帯の Sva（減衰定数 5%）最大値より長周期地震動階級を計算
- ・区域内の最大の階級値がその区の長周期地震動階級
- ・対象周期帯内の周期別階級も発表

※：平成 31 年 3 月 19 日より本運用

絶対速度応答スペクトル Sva（減衰定数 5%）



長周期地震動階級 1 以上が観測された地域



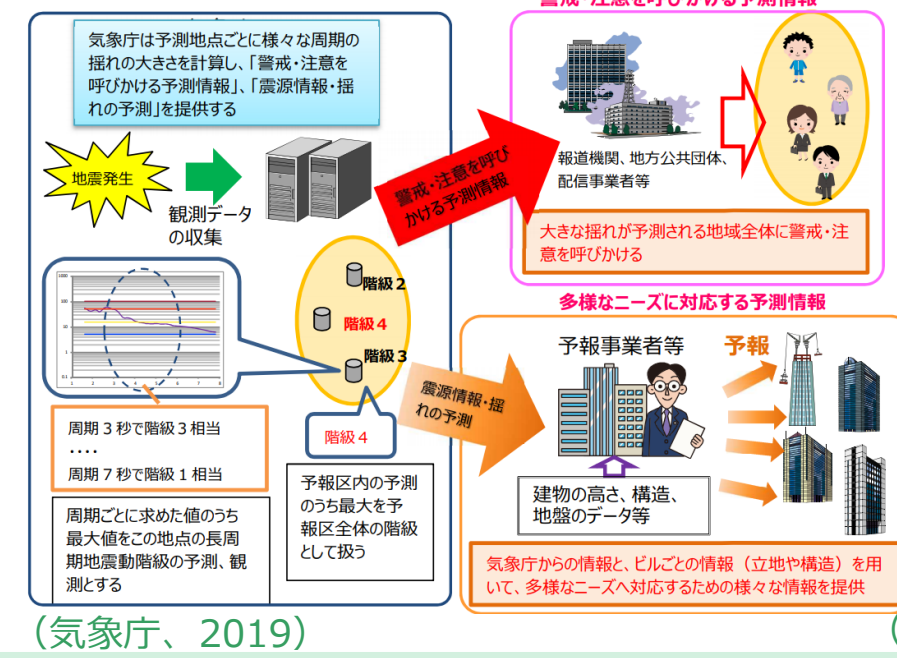
目的 長周期地震動の予測情報に関する実証実験への取り組みとして

- ・長周期地震動発生が予想される地震時に、高層ビル居住・管理者や救出支援活動者に有用な予測情報を提供する表示ツールを開発する。
- ・予測情報の利用が想定される対象者にヒアリングを行い、より実用的なツールにするために必要な情報・機能の検討を行う。

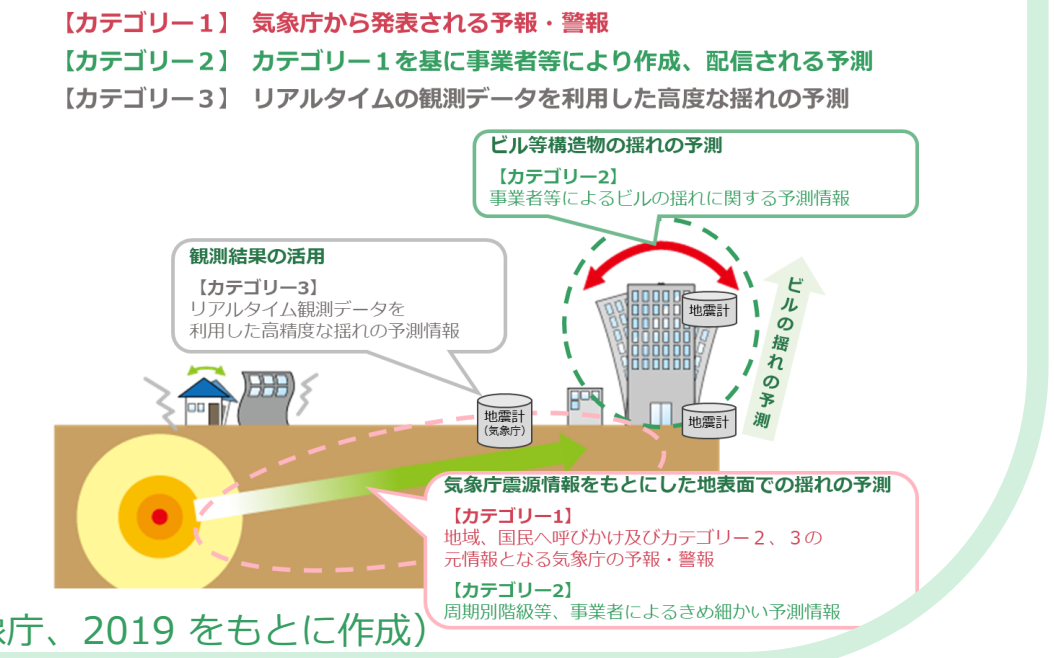
長周期地震動予測情報の提供に向けて

- ・気象庁は今後緊急地震速報と同様に長周期地震動の予報・警報を発表する予定
- ・長周期地震動による被害軽減のため、“高層ビルの揺れ”など多様なニーズに対応する予測情報の需要
- 予報業務化に向けて、気象庁・緊急地震速報利用者協議会・予報業務許可事業者・情報利用者による実証実験開始（平成 31 年 3 月末～）

長周期地震動に関する予測情報のあり方

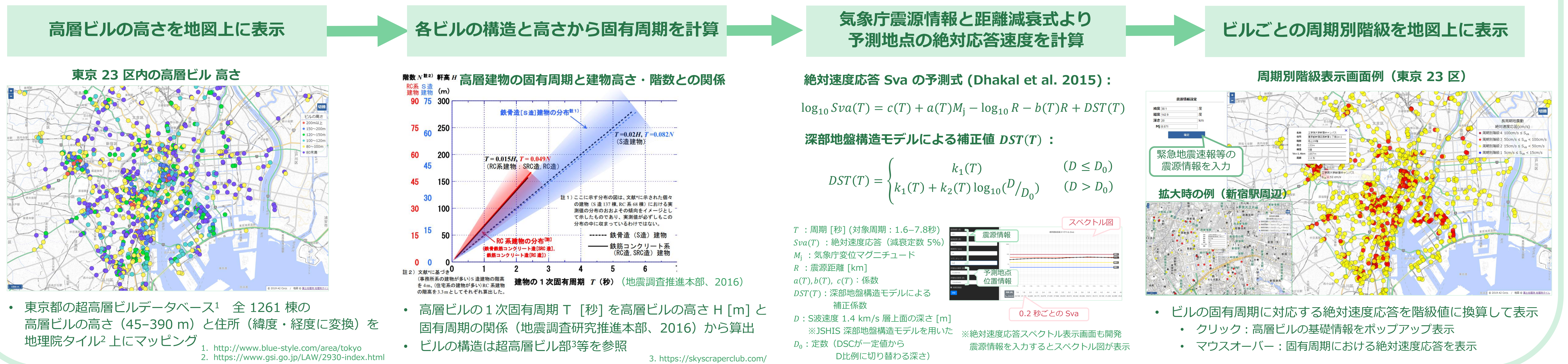


予測情報のカテゴリ分類



データ・方法

緊急地震速報利用者協議会（気象庁監修）が定める長周期地震動の予測手法に従って 0.2 秒ごとに Sva を計算し、地図上に周期別階級（1 次）を表示



結果 表示ツール活用の一例

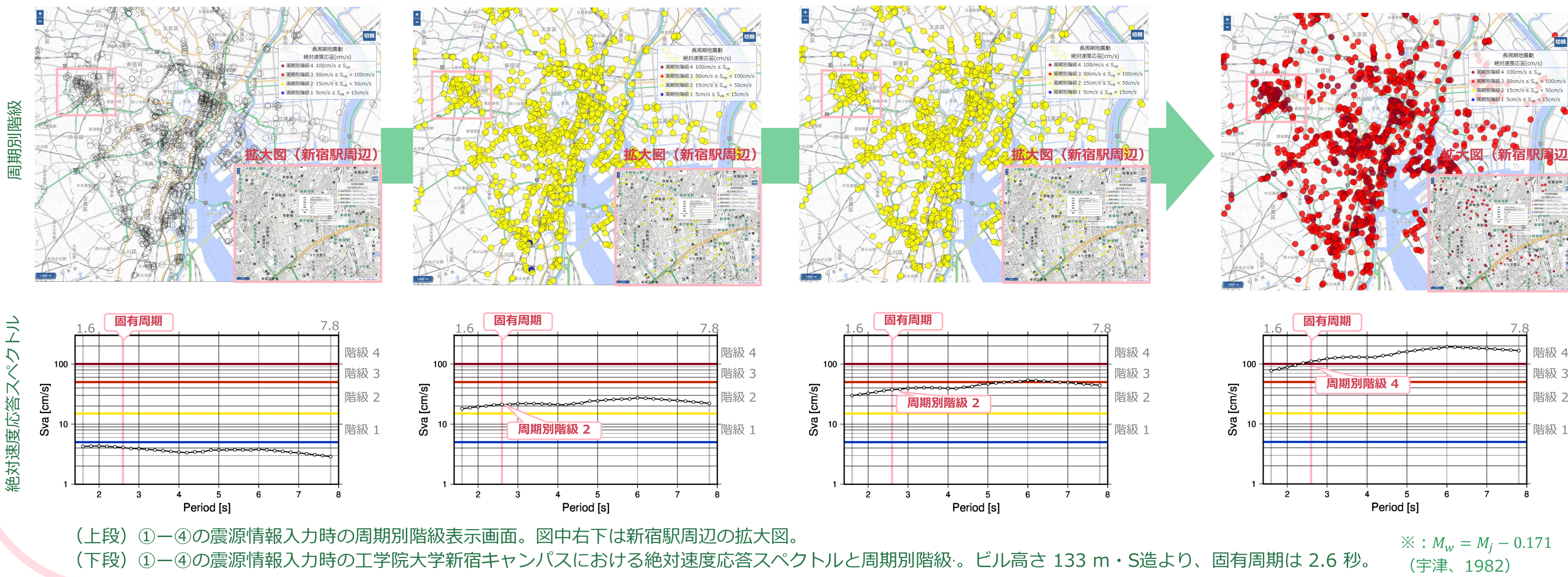
例：2011年東北地方太平洋沖地震の震源情報を用いた周期別階級の更新過程イメージ

- ① 緊急地震速報（警報）Mj 7.2
- ・地震発生から 30.7 秒

- ② 緊急地震速報最終報 Mj 8.1
- ・地震発生から 127.1 秒

- ③ 気象庁 3月11日 16:00 発表 Mj 8.4
- ・地震発生から ～1.5 時間後

- ④ 気象庁 3月11日 17:30発表 Mw 8.8※
- ・地震発生から ～3 時間後



（上段）①～④の震源情報入力時の周期別階級表示画面。図中右下は新宿駅周辺の拡大図。
（下段）①～④の震源情報入力時の工学院大学新宿キャンパスにおける絶対速度応答スペクトルと周期別階級。ビル高さ 133 m・S造より、固有周期は 2.6 秒。 ※：M_{wp} = M_j - 0.171（宇津、1982）

利活用場面

- A) 緊急地震速報の震源情報（①、②）を用いる場合**
緊急地震速報受信端末と組み合わせ、端末による音声ガイダンスや館内放送により地震動に備える予測情報を提供
- B) 地震発生後の気象庁発表震源情報（③、④）等を用いる場合**
災害時救出支援者・施設管理者の被害状況把握・初動対応支援
- C) 過去の震源情報を用いる場合**
長周期地震動階級の周知、地震動に備えるための教材

ツール利用想定者へのヒアリング

- ビル居住・管理者** 10～20階程度の低中層階の予測情報も欲しい
- ・ビル高さのデータ追加
 - ・2次、3次の周期別階級も算出
- 救出支援者** 短周期の地震動に関する予測情報も合わせて見たい
- ・震源情報を用いた短周期地震動の予測震度および気象庁発表の震度を表示
- 教育・普及** 個々のビルという点の他、面的な情報が欲しい
- ・250 m²のメッシュで平均化したビルの高さで周期別階級を計算 ※：JSHIS 深部地盤情報メッシュサイズ

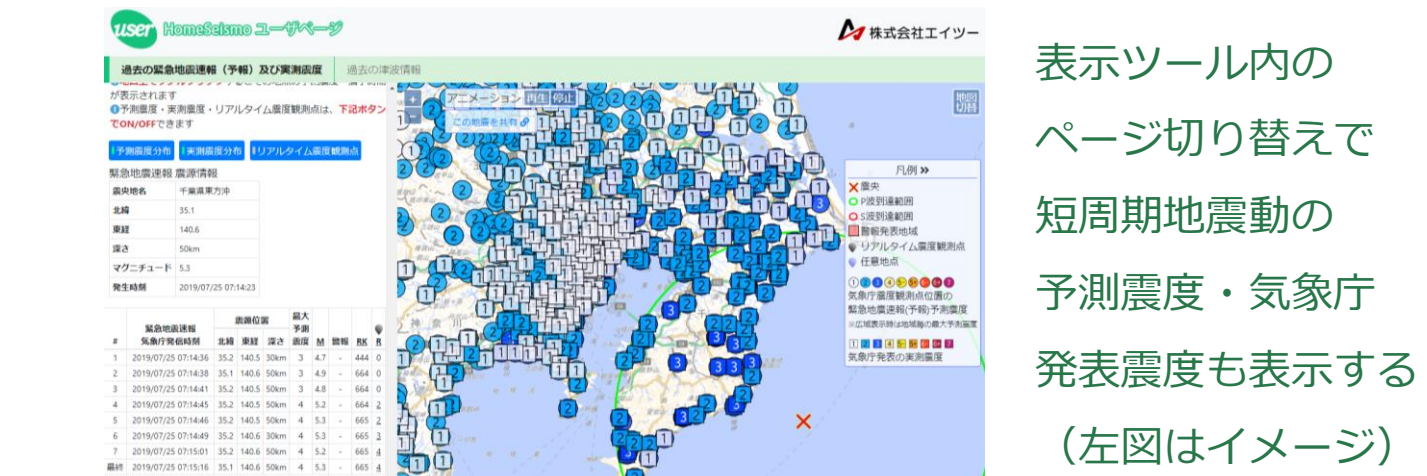
今後の課題・改善点

表示ツールの機能拡張

- ・低中層階の周期別階級
応答スペクトル法による簡易的な揺れの予測（大宮・久田、2014）
- ・固有周期：構造計算書または固有周期推定式（市村、1999；2000）
$$\{X\} = \sum_{i=1}^n q_i \beta_i \{U_i\} \approx q_1 \beta_1 \{U_1\} + \dots + q_n \beta_n \{U_n\}$$
$$\{X\}_{max} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_i \cdot \beta_i \{U_i\})^2}$$

(X)：ビルの任意の振動形
i：モード次数、q_i：1質点系の地震応答係数
β_i(U_i)：刺激関数、S_i：応答スペクトル値
- ・刺激関数：構造計算書または近似
- ・減衰定数：横田・他（1993）等
- ・応答スペクトル補正：告示式

短周期地震動の予測震度・気象庁発表震度

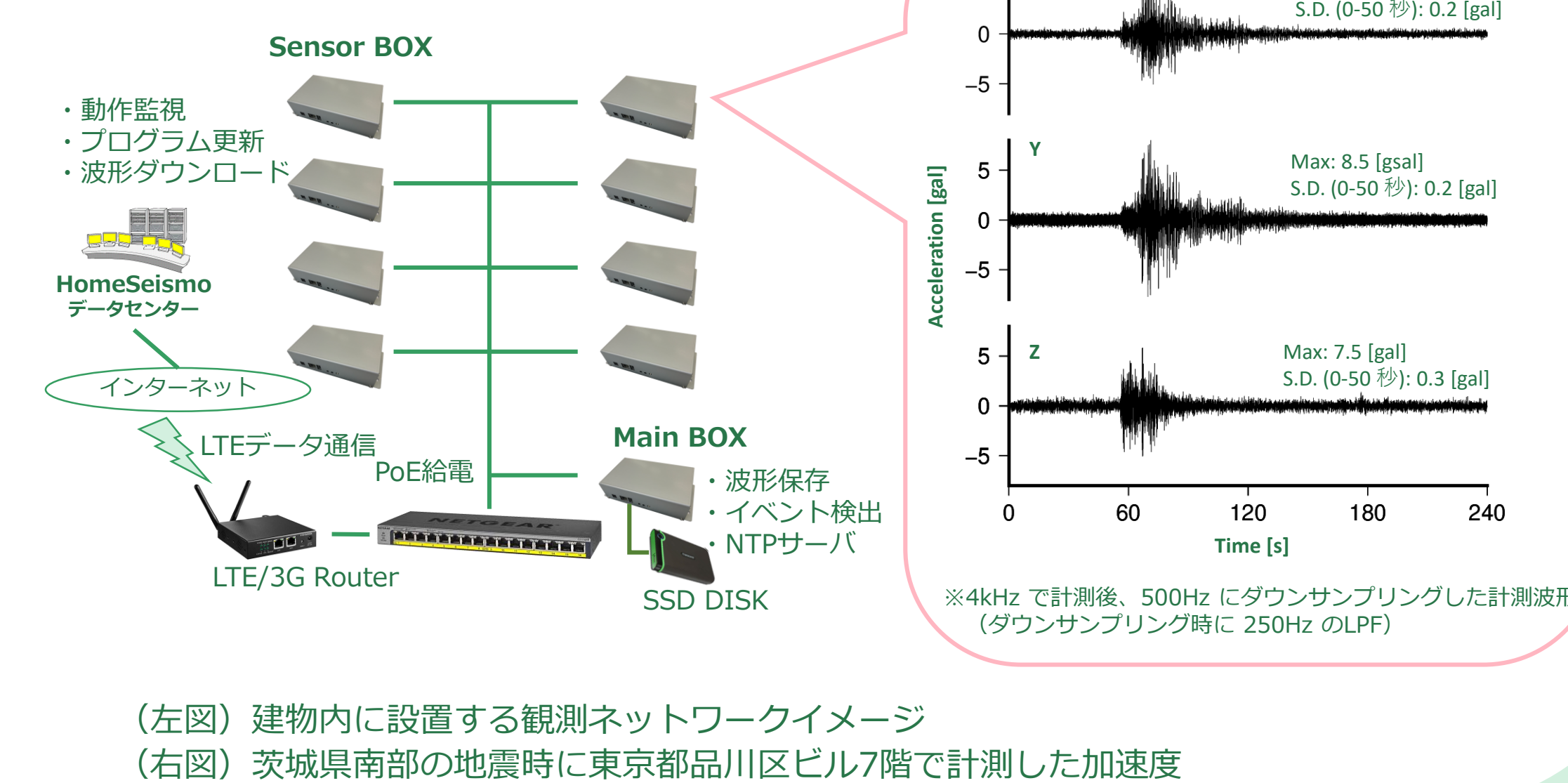


表示ツール内のページ切り替えで短周期地震動の予測震度・気象庁発表震度も表示する（左図はイメージ）

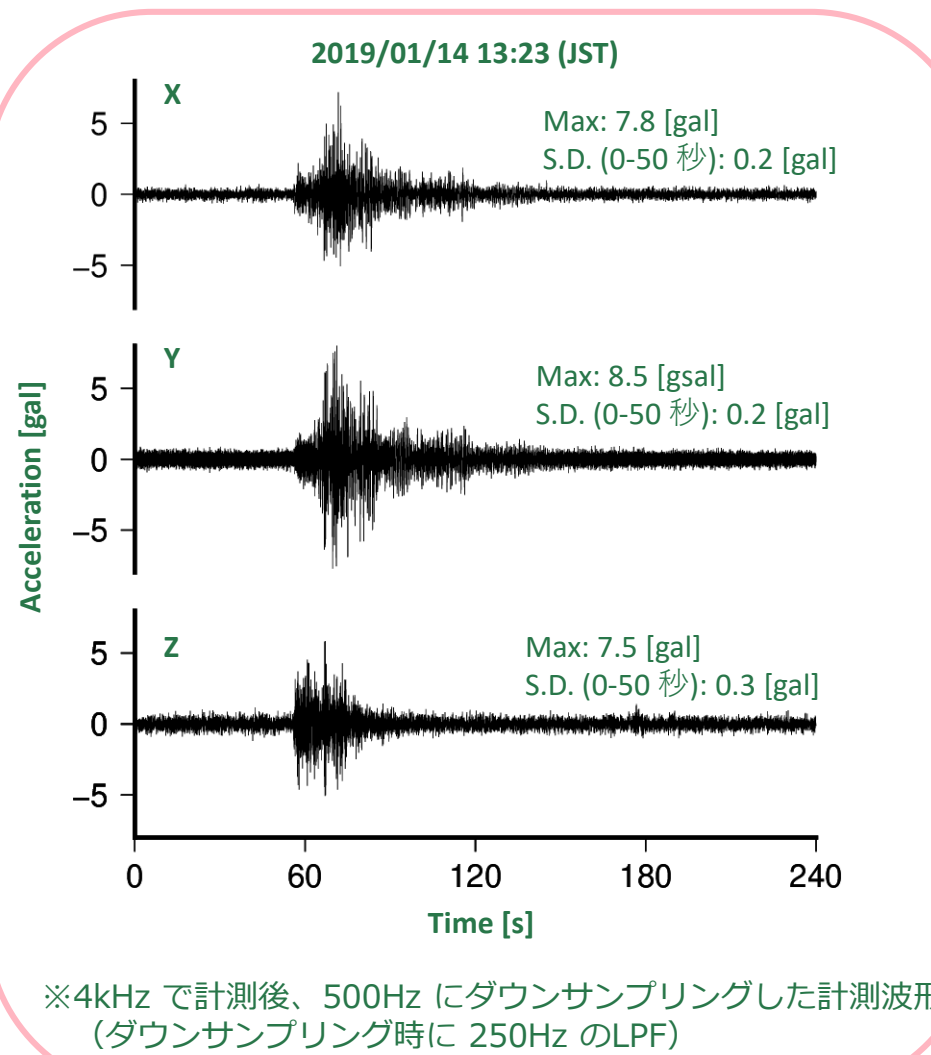
- ・周期別階級の面的な表示
メッシュ内のビル高さ平均値を算出し、周期別階級を表示（合わせて建物密度も）

観測波形を用いた予測情報の高度化

- ・MEMS 加速度センサを用いた建物内の揺れモニタリング
- ・加速度センサ内蔵緊急地震速報受信機を建物内に複数設置
- ・計測した加速度（逐次データセンタで監視）から、地震時に絶対速度応答→観測した揺れを周知
変位→建物の被災度急判定



今後の実証実験にて実施



（左図）建物内に設置する観測ネットワークイメージ
（右図）茨城県南部の地震時に東京都品川区ビル7階で計測した加速度

結論

- ・高層ビル居住者・施設管理者や災害時救出支援者を対象とし、地震発生時・発生後に長周期地震動に関する情報を提供するための表示ツールを開発した。
- ・ツール利用想定者へのヒアリングによると
 - ・低中層階（10階～）で生じうる長周期地震動に関する情報
 - ・周期別階級の面的な表示
 - ・短周期地震動に関する情報の需要があった。
- ・ヒアリング結果に基づき、現在（株）エイツーが新規開発中の地震計内蔵緊急地震速報受信機による地震動観測データを用いた情報と組み合わせ、長周期地震動予測情報の高度化と表示ツールの機能拡張を行う方針である。