

これまでの本WGでの検討状況の概要

これまでの検討経緯について

(これまでの経緯の詳細は参考資料 1～3 参照)

【第 1 回WG (平成29年3月15日開催)】

- ・WG設置の経緯や検討事項、今後のスケジュール等を説明。

【第 2 回WG (平成29年6月28日開催)】

- ・想定される情報やデータを時系列でカテゴリー 1～3 に整理。
- ・予測情報のニーズ、それらに必要なデータ・技術について、WG委員へのアンケート結果をカテゴリー毎に整理。

【第 3 回WG (平成29年12月13日開催)】

- ・個別ビルを対象とした予測である、カテゴリー 2 及び 3 (事業者等により作成) の予測技術について整理。



【第 4 回WG】

- ・実証実験の取組状況について紹介。
- ・第3回までの検討状況を踏まえ、報告書の案を整理。



【第 5 回WG】

- ・実証実験の成果の取りまとめ
- ・報告書のとりまとめ

多様なニーズに対応する予測情報検討ワーキンググループについて

ワーキンググループの設置目的等

多様なニーズに対応する長周期地震動の予測情報は、様々な分野で有効に活用できると想定されるが、全く新しい情報であるため、研究機関や予報事業者、ビル管理者等が連携して、予測技術、利活用方法、利活用にあたっての留意事項などの検討・検証を平成29年3月より平成31年3月まで2年にわたり行うために設置。会合としては、本日第4回、平成31年1月17日（予定）の第5回が最終回、検討成果をとりまとめる。

検討課題

多様なニーズに対応する予測のために、建物の構造などを踏まえた予測技術の検討・検証
観測結果の活用も含めた予測情報の利活用促進のため、情報利用者のニーズと予測精度を踏まえた様々な利活用方法の検討
リアルタイムでの情報提供における課題を抽出するため、実際に予測情報を試行的に提供し、利活用についての検証

検討状況

猶予時間vs情報精度の優劣が明らかになるよう、提供タイミングとそこで提供できる内容から、予測情報を3つのカテゴリーに分類しそれぞれの利活用策を検討した。

予測技術について、入力（緊急地震速報震源、観測データ）から出力（長周期地震動階級等の地震動指標、構造などを踏まえた建物の揺れに関する指標）まで、即時的に予測する技術の体系的整理を行った。

気象庁、防災科研共同の実証実験（WG委員参加は平成30年1月より順次、長周期地震動モニターの一般参加第 期：平成29年11月～、第 期平成30年10月～平成31年3月）を実施した。

予測情報の3つのカテゴリー

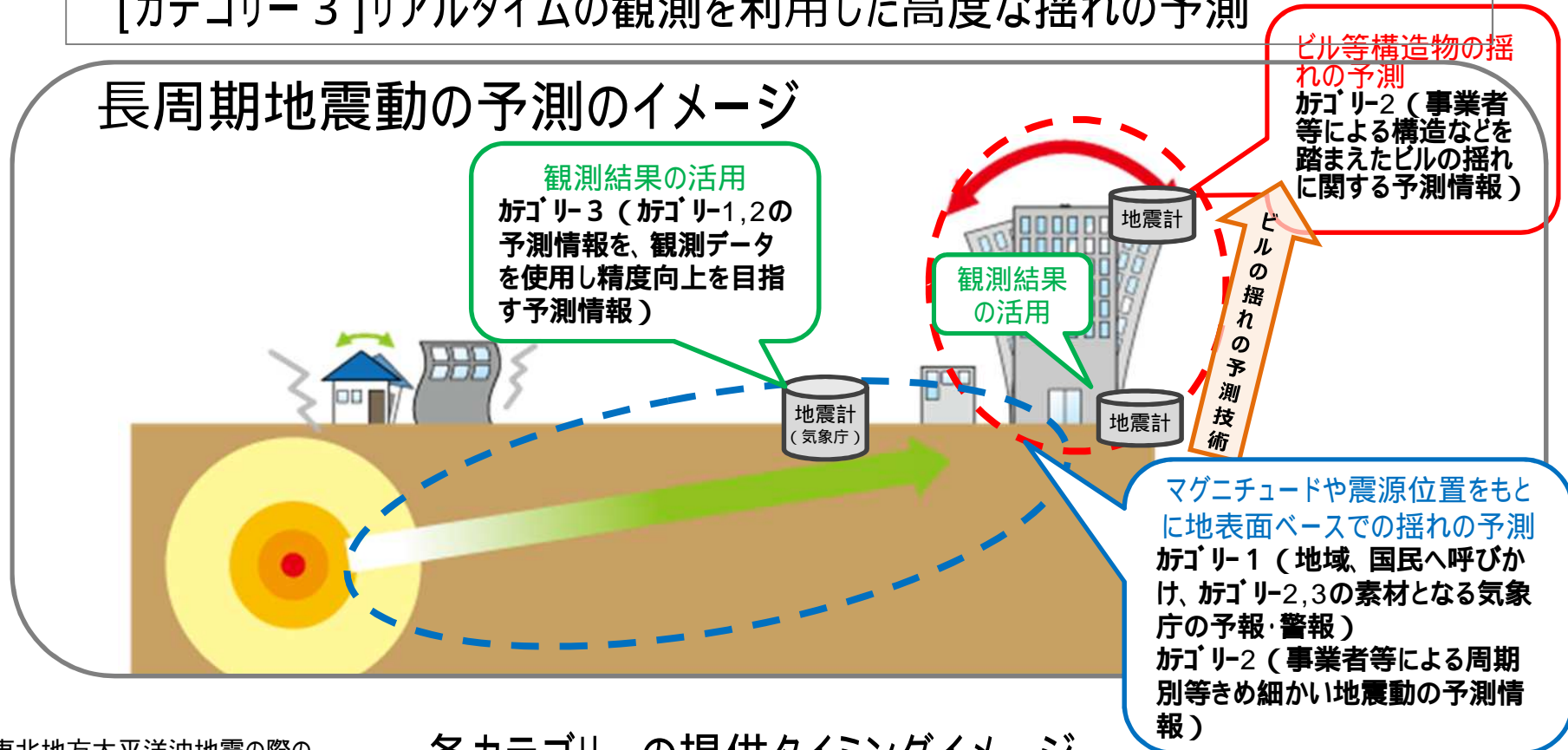
第2回WG資料より作成

[カテゴリー 1] 気象庁から発表される予報・警報

[カテゴリー 2] カテゴリー 1 を基に事業者等により作成、配信される予測

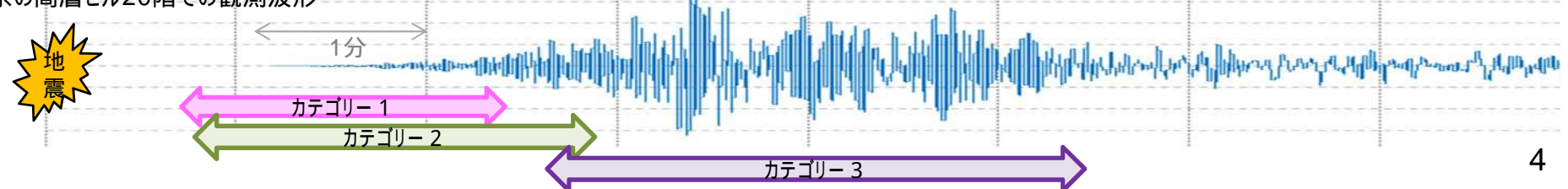
[カテゴリー 3] リアルタイムの観測を利用した高度な揺れの予測

長周期地震動の予測のイメージ



東北地方太平洋沖地震の際の
東京の高層ビル20階での観測波形

各カテゴリーの提供タイミングイメージ



カテゴリー・利用分野毎の予測情報の利用策

第2回WG資料より作成

	カテゴリー1 (気象庁の予報・警報)	カテゴリー2 (民間事業者の予測情報)	カテゴリー3 (観測を利用した予測等)	留意点等
ビル等在館者への 周知	館内アナウンス (パニック回避、不安感の 低減) 防災センター・施設管理者の受信 (対応準備・時間があれば避難誘導・ 管理者の高層階配置) エレベーター停止の予告	基本はカテゴリー1と同じであるが、 より信頼度の高い注意喚起 (階によって注意喚起内容を変える。 館内放送やデジタルサイネージ等で 予想される長周期地震動階級や到 達時刻を周知)	カテゴリー1・2と同様であるが、よ り信頼度の高い注意喚起 (揺れがまだ続くのか、収束してくて いるのか、実際の被害状況を速やか に把握)	カテゴリー1は、従来の緊急地震 速報と同様の使い方。 カテゴリー2は、建物・位置毎に情 報を提供し具体的な行動判断に活 用。
ビル周囲の通行人・ 利用者への周知	落下物からの避難	落下物からの避難 免震機能の動作への注意呼びか け キャスター付き医療器具の固定	カテゴリー2と同じ	カテゴリー1は、緊急地震速報と同 じく安全確保が主眼 高層ビルや免震ビルの周囲では 長周期地震動の影響で発生しやす い災害があるため、注意を呼びかけ ることは必要。
ビル内の設備・機器 等の制御	エレベーターの制御(利用者の安 全確保、損傷・閉じ込め防止) 漏電防止・ガス栓遮断	基本はカテゴリー1と同様であるが 個別のビル・機器に即した制御が可 能 可変ダンパーで固有周期を制御し 揺れを抑える	カテゴリー1・2と同様であるが、よ り正確な制御が可能 (建物のモニタリングに基づくエレ ベーターの停止解除等)	カテゴリー1は、個別のエレベ ーター管制に用いるには正確性に不安 該当ビルに影響を与える周期成分 の情報が必要
ビル等の被災診断		大まかな被害の推定 (災害対応の準備、点検等の判断)	詳細な被害の推定 (部材等の損傷推定、点検優先順位・ 避難誘導等の判断、復旧計画)	カテゴリー2では、応答スペクトル が提供できれば応答スペクトル法で 建物応答を推定可能。建物の固有 周期・減衰定数・刺激関数が必要。 精緻な推定方法での検証も必要。 カテゴリー3は、提供が遅くなるが、 カテゴリー2の修正など他の予測情 報との併用を期待。 周辺地点の観測を使う方法は、地震 計を設置していない建物には有効。
ビル以外の利用	タワークレーンオペレータ・高所作 業者等の安全確保	基本はカテゴリー1と同じであるが、 より信頼度の高い利用が可能	カテゴリー1・2と同じであるが、よ り信頼度の高い利用が可能	カテゴリー2は、対象地点の周期 毎の予測が必要 長大橋等での交通管理や大型タ ンク、貯水池等のスロッシング発生 の予測・監視などへの利用も可能性 がある

(注)赤字は第2回WG後のヒアリング調査結果からの追加

地震動、構造など踏まえたビルの揺れの即時的な予測技術

第3回WG資料より

カテゴリ-1,2の地震動の予測情報のための長周期地震動の距離減衰式

- ・緊急地震速報で推定された震源を用いて、距離減衰式から即時的に予測地点の揺れを予測。
- ・検討会での議論により、長周期地震動階級を予測する際には、Dhakai et al.(2015)による絶対速度応答スペクトル をする手法を採用。

補正係数は、以下のどちらかを用いる
観測記録から統計的に得られる補正係数
地盤情報から推定される補正係数

$$\log_{10} Sva(T) = c(T) + a(T)M_j - \log_{10} R - b(T)R + \text{siteFactor}(T)$$

絶対速度応答値 定数c 係数a マグニチュード 震源距離 係数b 予測点毎の補正係数 (T)は周期毎であることを示す

・周期は1～10秒。減衰定数は5%。

- ・応答スペクトル等の距離減衰式は、使用目的に応じて様々なタイプが提案されている。

距離減衰式以外の予測方式

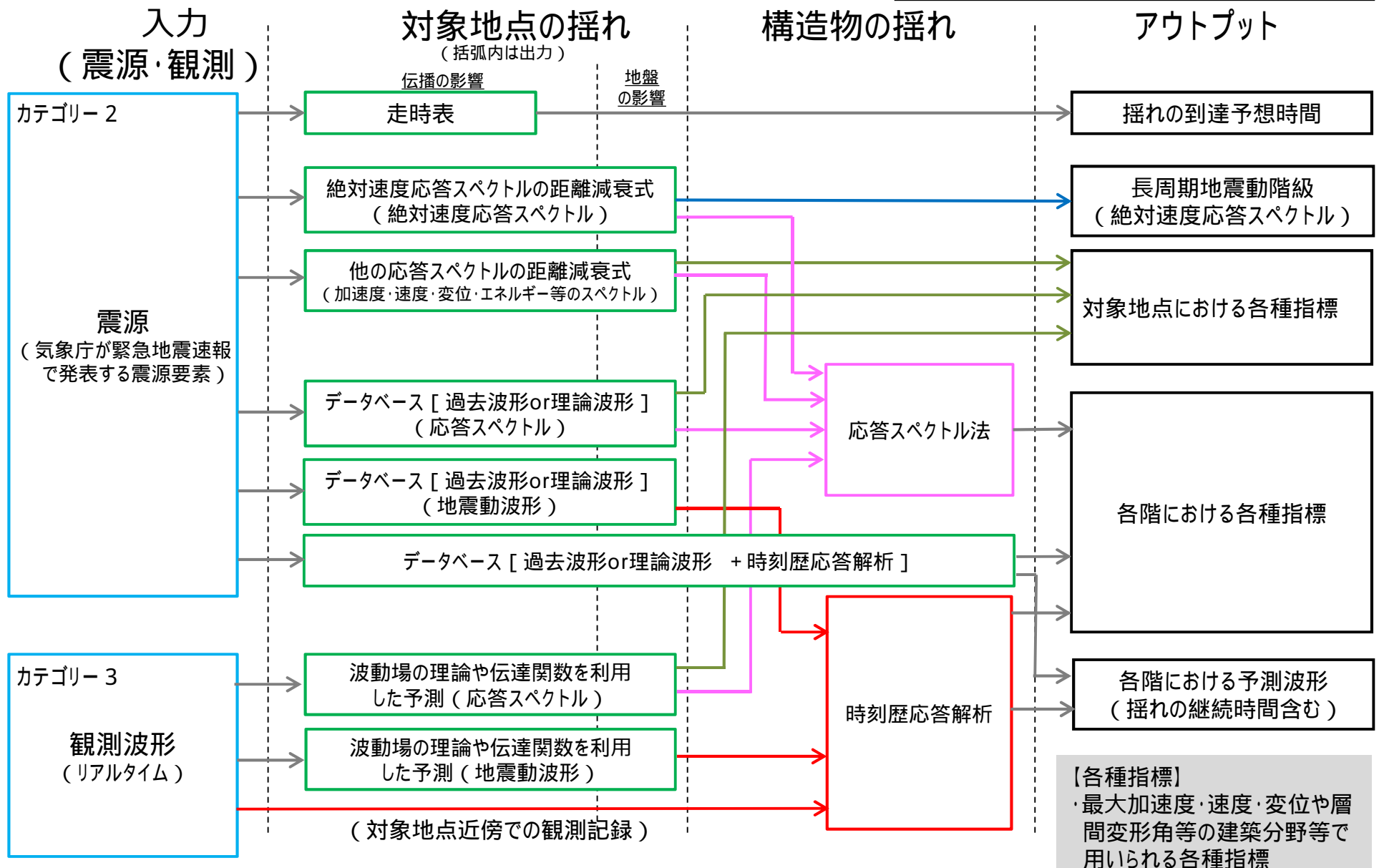
- ・データベース方式 : 予測地点に対し、過去の観測結果や、想定地震が発生した場合の揺れ(波形含む)を理論計算し、データベース化し、緊急地震速報の震源要素要素をキーとして、データベースから予測結果を取り出す。
- ・観測記録を利用した予測方式 : 波動場の理論等や観測点・予測点間の伝達関数等を求め利用する方式。

構造などを踏まえたビルの揺れの予測技術

- ・応答スペクトル法 : 応答スペクトルから、建物応答の最大値を推定。各階の揺れの推定が可能。ただ、高次モードを考慮するためには、短周期側の予測結果が必要。
- ・時刻歴応答解析法 : モデル化した構造物に地震動波形を入力し、応答解析を行う。

予測技術の整理

第3回WG資料より(案)取れ



個別ビルの揺れを1質点系モデルの応答(1次モード)として扱う場合。