

# 「長周期地震動に関する情報」のあり方 について（素案）

気象庁

# 「長周期地震動に関する情報」のあり方について（素案）

## 「長周期地震動に関する情報」とは何か

地震情報として広く一般に提供するものを「長周期地震動に関する情報」とし、施設管理者、防災関係機関等の特定ユーザーに対して、対象者の防災対応の目的のために利用可能な波形や応答スペクトル等のデータの提供内容や手段等については別途検討することとしたい。

## 「長周期地震動に関する情報」のあり方について（素案）

- 震度と同様、住民、施設管理者、防災関係機関が広く利用可能なものとすべきではないか。
- 機能（利用者の行動）は、速報性が求められる一次対応を対象として現行震度同様な役割を想定すべきではないか。
- 内容は、震度と同様な分かり易さ、簡潔性、速報性が備わっているものとすべきではないか。

## 「長周期地震動に関する情報」の内容について（素案）

- 揺れ方の違いや建物内の家具等の転倒・人の行動しにくさなどを一般にも分かり易くし、かつ、既に一般にも十分に浸透している震度情報との関係性を可能な限り確保すべきではないか。
- 速やかに発表する内容は、非常時の情報過多による混乱を与えない範囲で最小限のものに抑えるべきではないか。
- 長周期地震動によって倒壊ないしは使用不能となるような構造的損傷をうけた事例は知られておらず、指標作成のための基礎データが不足していることと、長大構造物は設計上長周期地震動による深刻な損傷は受けないとされていることから、建物の倒壊・構造的損傷の評価を主目的とした指標とはしないのがよいのではないかと（設計主及び施設管理者が、最寄りの地面ないしは構造物内の地震観測波形データに基づき個別に評価して対応すべき事項と整理。）

# 長周期地震動に関する情報が対象とする周期はどうあるべきか

国内には、周期20秒程度までの長大構造物が立地しているが、高層ビルは多数存在し、個々のビルに多数の人々が入居しているおり、多くの人々が直接影響を受けることや個々の被害発生を確認することが他の長周期構造物に比べて困難であることを考えると、まずは高層ビルを中心として対象周期を設定することが望ましいと考えられる。この周期帯は、都市部に多い支間長700mクラスまでの斜張橋や吊橋、数万klクラスの浮き屋根式タンクも対象範囲となるため、これら施設管理者の防災対応の支援にも有効となるのではないかと。

なお、より固有周期の長い構造物を有する石油タンク事業者や長大橋の管理者等が利用しやすいデータの提供については別途検討することとしたい。

## 国内に立地する長大構造物の一次固有周期

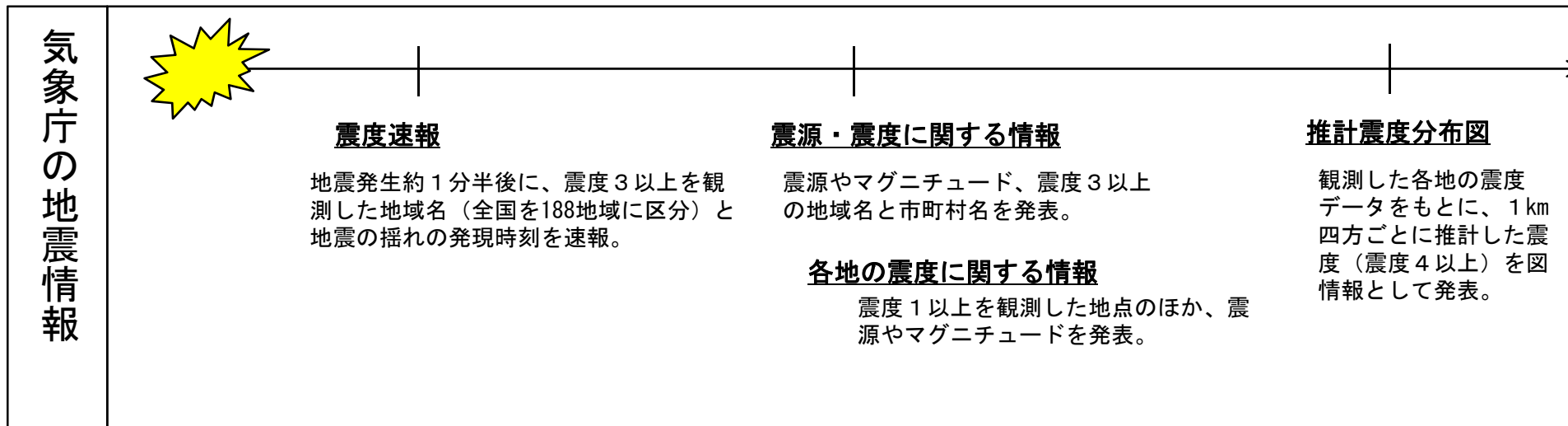
高層ビル     ~7秒

石油タンク   ~20秒

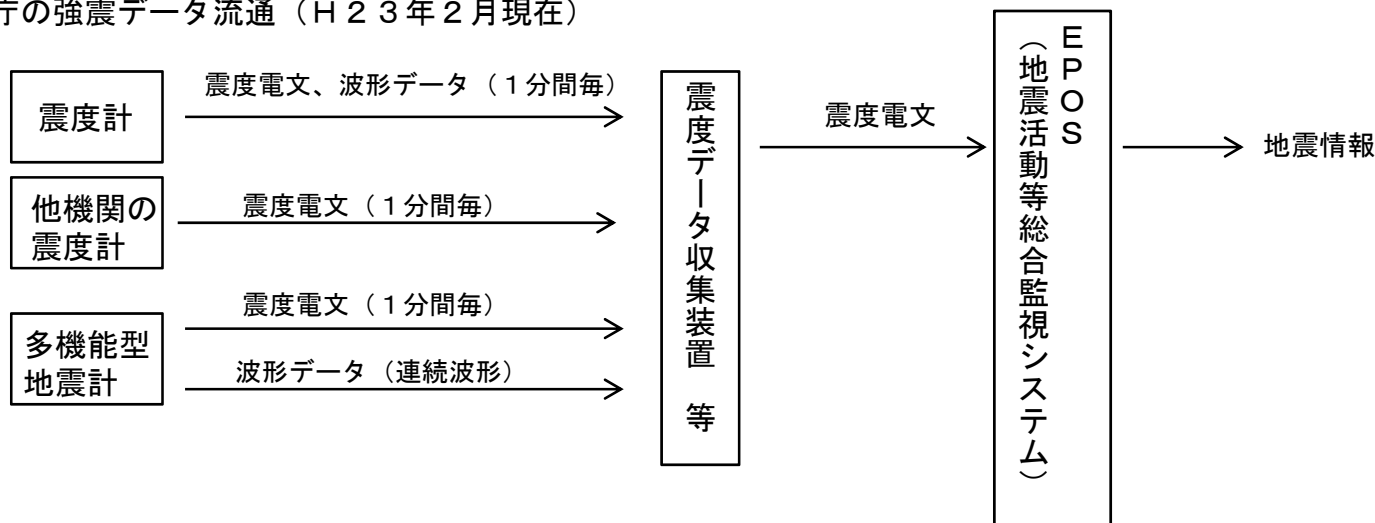
長大橋       ~20秒（ただし、周期8秒以上（支間長概ね800m以上）のものは本四連絡橋のみ）

	構造物内で人が長周期地震動特有の揺れを体感するか	構造物内で長周期地震動特有の揺れを体感する人数	地域※1内で対応する施設管理機関数	施設管理者が構造物内での被害※2発生状況の確認方法と要する時間	揺れの大きさを評価する手法
高層ビル	○	時間帯により変化するが、場合によっては数千人規模	大都市圏では多数	施設内からの報告やモニターカメラ、徒歩点検 1, 2時間程度以内	施設内に地震計を用いた揺れによる影響を評価するシステムが存在するが、導入しているビルは限られている
石油タンク	×	×	数機関	施設内での目視点検 1, 2時間程度以内	施設内の地震計や近接する地点の地震計における速度応答スペクトルで概略的な評価が可能
長大橋	○	交通量により変化するが、場合によっては数百~千数百人規模	数機関	モニターカメラや通行者からの連絡 十数分程度	長周期地震動による揺れにより、通行車両にどのような影響があるかについての事例に乏しい

# 地震情報の内容及び震度計のデータの流れ



気象庁の強震データ流通（H23年2月現在）

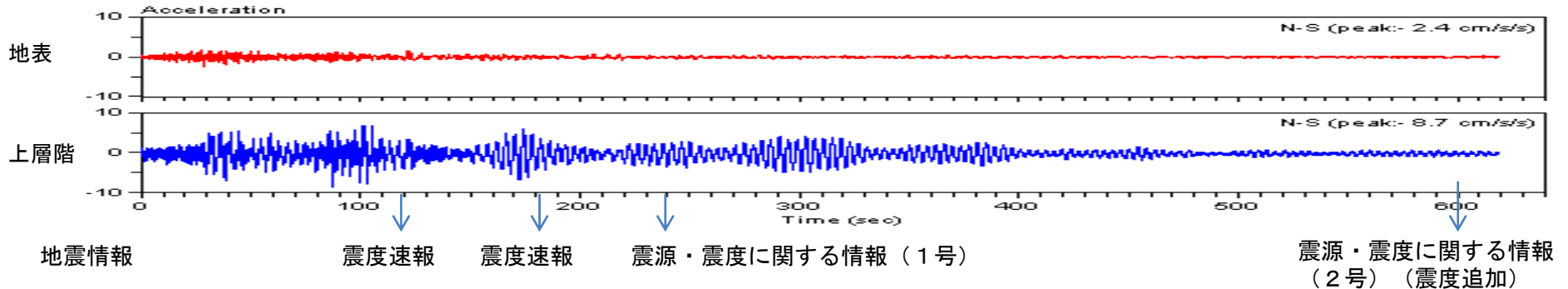


長周期地震動に関する情報の作成にあたっては、気象庁の震度計・地震計からほぼリアルタイムで収集している強震波形が当面は利用可能

# 効果的な長周期地震動に関する情報とその利用方法のイメージ

ユーザーニーズや継続時間を考慮すると、高層ビルを揺らす長周期地震動が発生している、という迅速で簡潔な情報と、高層ビルでの揺れの大きさや被害発生可能性を示す情報などより詳しい情報が必要ではないか。

平成23年3月9日の宮城県沖の地震における東京都内の事例



上層階の人の動き	小刻みな揺れを感じる	ゆっくりと、大きな揺れを感じる	地震情報を見る	周りの人と状況を確認する
防災センターの動き	揺れを感じる	アラーム等を確認する	地震情報で、点検基準や放送基準に達したことを把握	点検準備
			館内放送	点検開始

長周期地震動に関する情報が必要とされる時間帯

迅速で簡潔な情報が必要なニーズ

揺れの大きさや被害発生可能性などより詳しい情報が必要なニーズ

過去の経験や知識とは違う揺れに遭遇したことを情報を基に理解

低層階では揺れが小さくとも上層階では揺れが大きい可能性を認識

自らは揺れを感じなくても高層ビル内の自宅やオフィスが揺れた可能性を認識

エレベータのP波管制が自動復旧する時間であってもロープが振れていたり、引っかかっていることを想定して、閉じ込めがなければ、しばらく様子を見る

防災関係機関等は震度が基準以下でも高層ビル内で人的被害がないかどうか確認

館内放送で、長周期地震動による揺れがあった旨も含めて放送。

危機管理対応が必要かどうか判断

高層階には戻れない可能性を考えて、次善の行動を取る、帰宅時に不用意に食器棚を開けない、など混乱・被害を軽減

顧客等へ説明。対応報告書等の作成

# 発表のタイミングと提供手段を考慮した発表内容の検討が必要ではないか

非常時の情報過多による混乱を与えないよう、提供手段と内容を整理すべきではないか

揺れ方の違いや建物内の家具等の転倒・人の行動しにくさなどを一般にも分かり易くすることが必要ではないか

現在、地震直後に発表する情報量が多くなっていることから、さらなる情報をテレビ等で伝えることは、情報過多になる可能性が高い。

対象構造物の立地数や、施設管理者等の初動対応が震度を基準にしている現状などを考慮すると、例えば、地震情報と同時に発表する情報の場合、テレビ等でも伝えやすいよう、何らかの指標を踏まえて、高層ビルに影響があるとみられる長周期地震動が発生していることを、震度速報で発表する地域名（東京23区、大阪北部等）を用いて発表。さらに、継続時間を考慮し、一連の地震情報の発表が終了した後、インターネットHPや携帯端末等で観測地点毎に、被害発生可能性や揺れの大きさ等の指標や継続時間など、より詳細な情報が見られるようにすることも有効ではないか。

長周期地震動による揺れの体感や、什器等の転倒・移動について、震度階級と類似した指標、解説等があれば分かりやすい、ということが考えられる。

一方、高層ビル内での被害発生条件や揺れの大きさについては、未だ不明な点も多い。

このため、まずは、「大きく揺れる」「家具等の転倒の可能性がある」などの文章表現を用いるなど、簡潔な情報の作成に有効な表現について検討すべきではないか。

さらに、震度階級などに類する指標については、被害の実態と地動や応答との関係をさらに整理・調査し、また、その表現について、震度との混乱がないように整理していくことが必要ではないか。

## 発表タイミング案

地震情報と同時に発表

一連の地震情報の後に発表

## 提供手段

テレビ

インターネットHP（Pull型）

携帯端末（Pull型、Push型）

制約条件

## 発表内容イメージ案

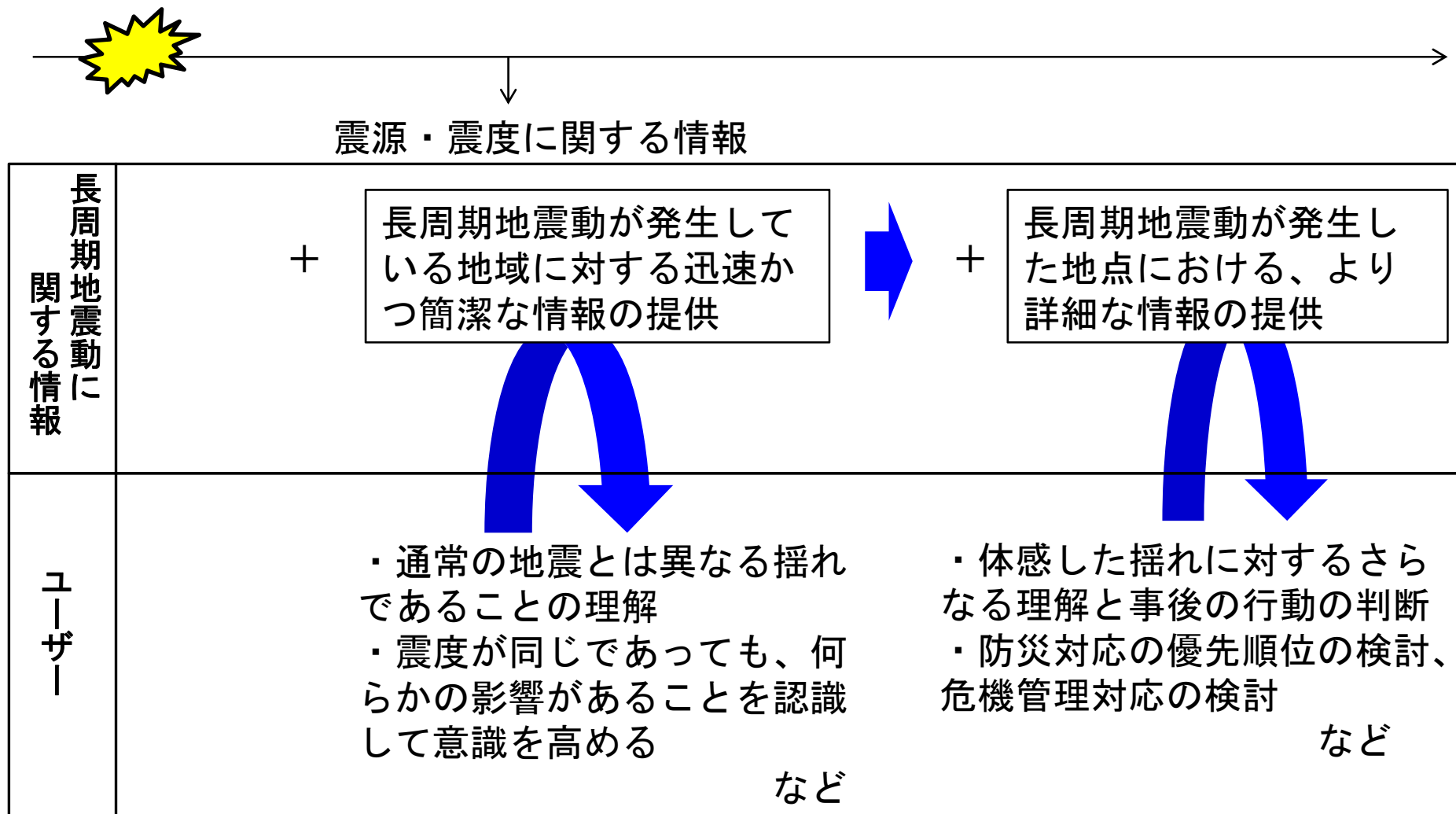
地域で長周期地震動が出ていることを大まかに示す内容

地域での高層ビルを揺らす長周期地震動の大きさを簡潔に文章表現で示す内容

地域での高層ビルの揺れの大きさや被害発生可能性等を簡潔に指標化した内容

- ・継続時間の長さを考慮すると、即座に発表できる内容と長く波形を分析することによって発表できる内容は異なるのではないか。
- ・TVのテロップで流すのか、放送原稿の参考にしていただけようにするのか、何らかのアラームとして用いるのか、図情報とするのか、によって内容は異なるのではないか。

# 長周期地震動に関する発表のタイミングと発表内容の素案



## 制約条件

- ・ 情報作成に必要なデータの入電時間、解析時間、情報編集時間
- ・ 非常時の情報過多による混乱の回避



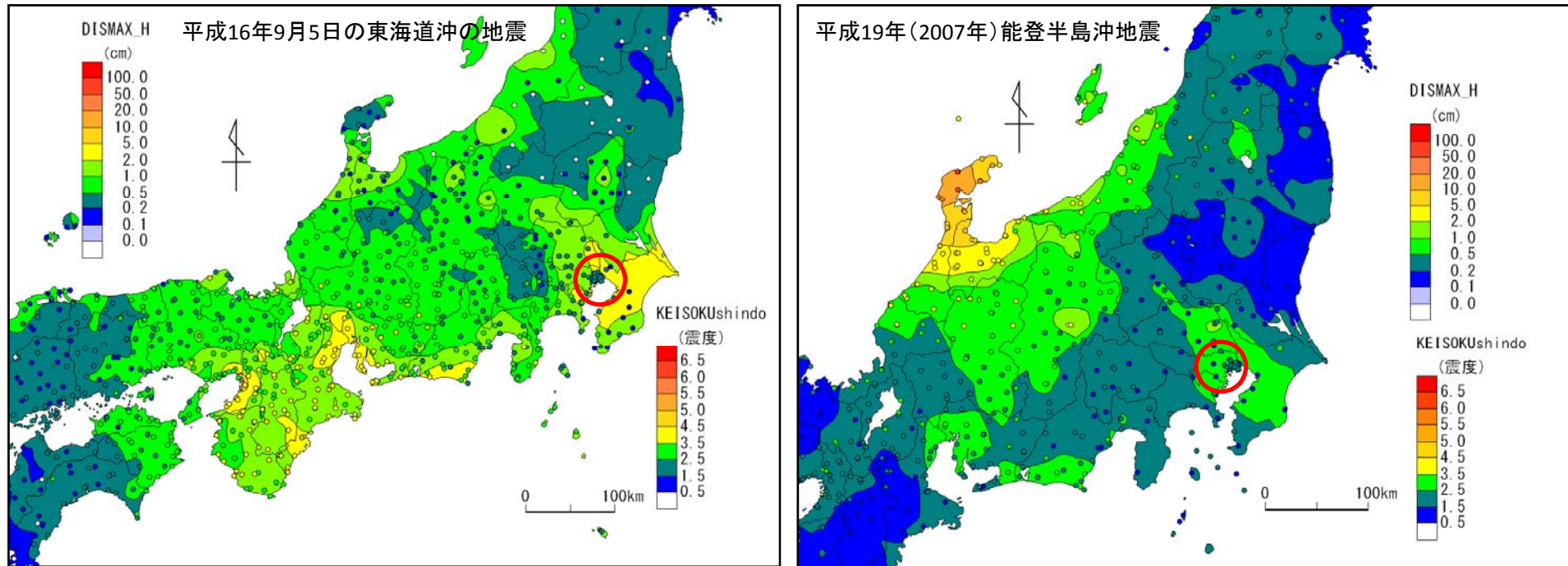
# 長周期地震動に関する情報の発表に資する地震動の分析手法はどうあるべきか

長周期地震動の評価に有効な解析手法は数多くあるが、情報への利用のしやすさ、計算の速さ、過去の被害等との調査のしやすさなどに一長一短があり、一つの解析手法だけでは困難で、複数を組み合わせることが有効ではないか。

長周期地震動の評価に有効とされる解析手法	内容	計算時間	メリット	課題
地震の規模および震源の深さ	マグニチュードが大きいほど長周期地震動の成分が多く、継続時間も長い。また、震源の深さが浅いほど、長周期地震動をもたらす表面波が出やすい（古村ほか、2004）	2－3分（M7クラスの場合）	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に速報体制が整っている。</li> <li>継続時間の長さをモデル化しやすい。</li> <li>波形が無くとも、指標等の作成時に文献等に基づいた過去の地震における長周期地震動の影響の調査がしやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>どこで、どの程度揺れるかは分からない。</li> <li>どのような地震でも、必ずしも長周期地震動の成分が多いわけではない。</li> </ul>
地動最大速度、最大変位	震度が用いている加速度に比べ長周期地震動によって大きくなる。長周期構造物の設計等には最大速度が用いられ、また、周期2秒以上の建物の応答には変位が相関が良い、との研究結果（小林・長橋、1978）がある。	数分以内（震央と観測点の位置によって異なる）	<ul style="list-style-type: none"> <li>波形を迅速に入手できれば、計算時間が短い。</li> <li>構造計算等の過去の実績が多く、指標等の作成時に調査がしやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>震源域近傍でも大きくなるため、指標だけでは長周期地震動のみの影響を取り出せない。</li> <li>波形がないと過去の地震による評価がしにくい。</li> <li>従来、高層ビルの構造への影響等については評価されてきたが、新たに高層ビル内の体感やビル内の被害等との関係について検討する必要がある。</li> <li>継続時間は評価できない</li> </ul>
長周期成分を考慮した組み合わせ震度、震度指標（清野ほか（1998）、第2回検討会小鹿委員資料）	速度や変位、また震度フィルターを長周期側まで伸ばしたものをを用い、計測震度と同様の数値を得る。長周期地震動が大きい場合、計測震度に比べ大きな値が算出される。	数分～十数分以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶対値で表現できるので、指標等への利用がしやすい。</li> <li>震度との差が分かりやすい。</li> <li>最大値を取る時間を延ばすと、継続時間を考慮可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>震源域近傍でも大きくなるため、指標だけでは長周期地震動のみの影響を取り出せない。</li> <li>波形がないと過去の地震による評価がしにくい。</li> <li>新たな「震度」を用いることで、従来の震度との混乱が生じるおそれがあるのではないか。</li> <li>高層ビル内の体感やビル内の被害等との関係について検討する必要がある。</li> </ul>
1自由度系の応答スペクトル、フーリエスペクトル	地震動の周期毎の強さをスペクトルとして表す。	数分	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象とする周期帯での地震動の大きさを評価しやすい。</li> <li>構造計算等の過去の実績が多く、指標等の作成時に調査がしやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スペクトルを情報化することは、情報内容が複雑かつ膨大となり、そのままでは難しい。</li> <li>波形がないと過去の地震による評価がしにくい。</li> <li>スペクトル強度と高層ビル内の体感やビル内の被害等との関係について検討する必要がある。</li> <li>継続時間は評価できない</li> </ul>



## 長周期地震動に関する情報の発表のための解析手法の一案



迅速かつ単純な情報を発表する手法としては、例えば、地動速度や変位と高層ビルでの体感の大きさや被害発生可能性との対応関係を考慮したいくつかのクライテリアを設定し、震度と組み合わせ、震度3や4を観測した地域でクライテリアを超えたPGVやPGDが観測された場合に情報を発表する、といった手法も考えられるのではないかな。

また、例えば、長周期地震動特有の継続時間の長さは、マグニチュード（例えばM6.5以上など）も組み合わせることによって、迅速な情報提供が可能になるのではないかな。

## さらなる課題について

### 【大都市圏等における気象庁の観測体制の強化が必要ではないか】

気象庁の観測点は出来る限り地盤の良い場所を選んでおり、地震観測としての環境はよいが、長周期地震動が出にくく、気象庁観測点だけでは、長周期地震動による揺れの大きさ等を過小評価するおそれがある。

今後、関係機関の協力を得ることを視野に入れながらも、気象庁としても、長周期地震動による揺れの迅速な評価や、データの蓄積をするため、高層ビルの立地状況、関係機関の観測点の位置などを考慮しながら、大都市圏等における観測点の増設に向けた検討が必要ではないか。

### 【高層ビル内における人の体感や什器転倒等の被害との対応等に関するさらなる調査が必要ではないか】

これまでの調査で、人の体感への影響や、什器の転倒・移動等の特徴的な被害が明らかになったが、気象庁のみの調査では箇所数、データ数共に限界があり、揺れの大きさと、高層ビル内における体感や什器転倒等との関係など、詳細な情報の提供に資する解説表を作成するには至っていない。

現在、関係機関・学会等が、今般の東日本大震災等における高層ビルの被害の調査・研究を行っていることから、関係機関・学会等の協力を得つつ、揺れの大きさと、高層ビル内における揺れの体感や什器転倒等の実態に関するさらなる調査・検討が必要ではないか。

### 【長周期地震動による揺れの特性や室内の安全対策等に関する周知、啓発が必要ではないか】

長周期地震動による揺れの実態調査によって、高層ビルでは、構造被害が発生しない程度の揺れであっても、人的被害が発生する可能性が高かったことが明らかとなった。ビルの固有周期や揺れの特性、揺れによって発生する可能性がある被害の様態などを一般の方に理解していただかなければ、長周期地震動に関する情報を活用していただくことは困難であると考えられる。

今後、気象庁として新たに発表する予定の「長周期地震動に関する情報」を認知していただくよう、周知を進めると共に、関係機関と連携しつつ、長周期地震動による揺れの特性、揺れによって発生する可能性がある被害等について、周知・啓発を図っていくことが必要ではないか。