

III-8. 長周期地震動の想定

1. 元禄型関東地震における長周期地震動の最大速度及び周期別速度応答スペクトル分布図

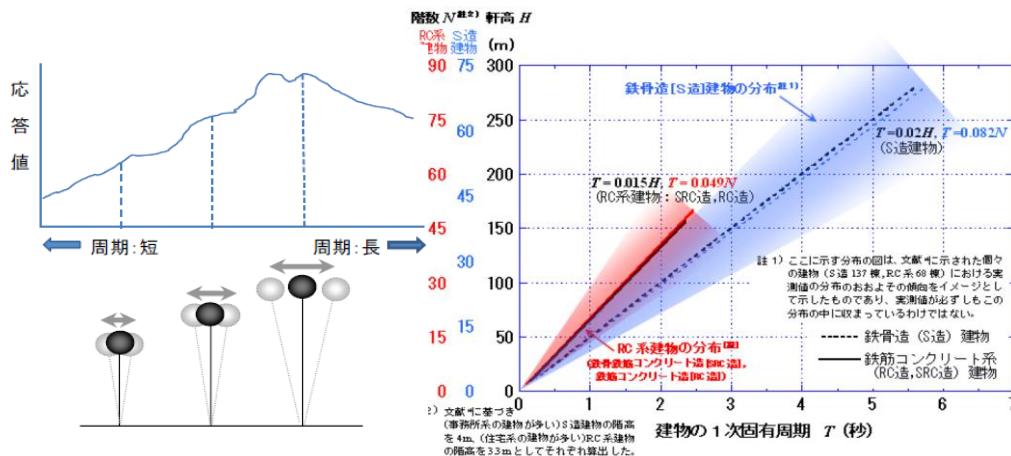
超高層ビルの様な建築物や、橋などの構造物は、それぞれ個別にゆれやすい周期（固有周期）を持っている。応答スペクトルは、いろいろな固有周期を持つ様々な建築物や構造物に対して、地震動がどの程度のゆれの強さ（応答）を生じさせるのかを示したものである（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2012）。ある建築物や構造物のゆれの応答を、それと同じ固有周期を持つ振り子のゆれとして計算し、そのゆれの速度の最大値で示したものが速度応答スペクトルである。この速度の最大値はあくまでもその建物の代表的なゆれの速度の最大値であり、建物の上層階ではより大きな速度のゆれになる場合もある。

速度応答スペクトルを各周期別に分布図で示したものが、速度応答スペクトル分布図となる。ここでは、地中の工学的基盤上でのゆれを示すが、表層地盤の卓越周期に比べて十分に長周期であれば、近似的に地表のゆれと同程度とみなす事ができ、長周期地震動の速度応答スペクトル分布図となる（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2012）。しかし、短周期側になると、表層地盤の影響も無視できなくなる。

例えば、周期5秒の分布図で速度が大きくなっている地域では、そこにある固有周期5秒付近の超高層ビルなどが、この地震で共振して長い周期（5秒周期）で、最大で地図に示される速度程度で、長時間（数分間など）ゆれやすいことがわかる。しかし、他の固有周期を持つ建築物・構造物は、周期5秒の分布図で示された様にはゆれない。そのゆれを確認するためには、その固有周期に応じた速度応答スペクトル分布図を見る必要がある。

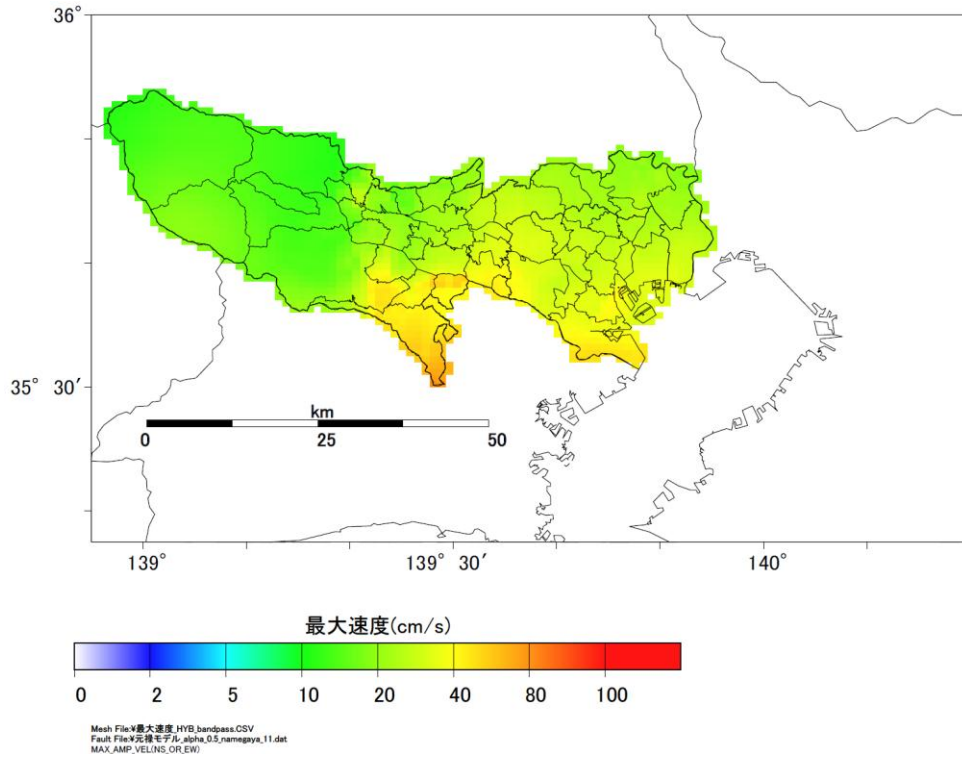
固有周期が短い戸建住宅や低層建物（免震建物は除く）などは、長周期地震動にはほとんど共振しないので、震度分布の方がゆれの程度を知る上での参考になる。

下の右図より、構造別の建物の高さ（または階数）と1次固有周期との大まかな関係を知ることができる（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2012）。

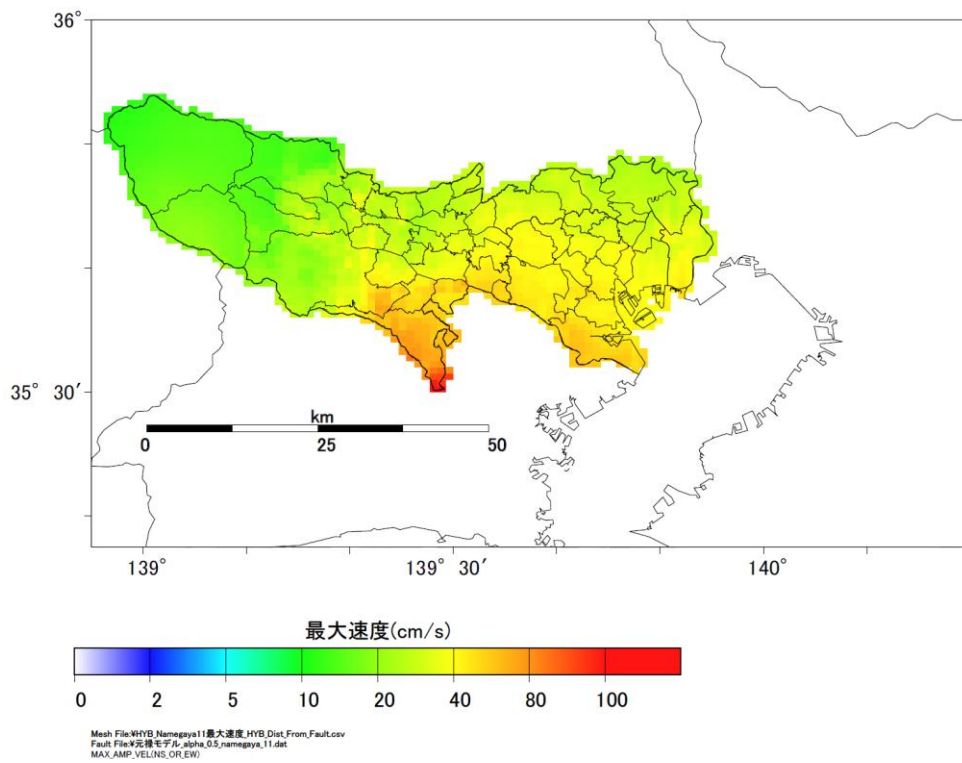


図表 応答スペクトルの説明図(左図)と、建物の高さ・階数と1次固有周期との関係図(右図)
 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2012)「長周期地震動予測地図 2012年試作版
 一南海地震(昭和型)の検討一」より抜粋

元禄型関東地震における長周期地震動の最大速度を示す。

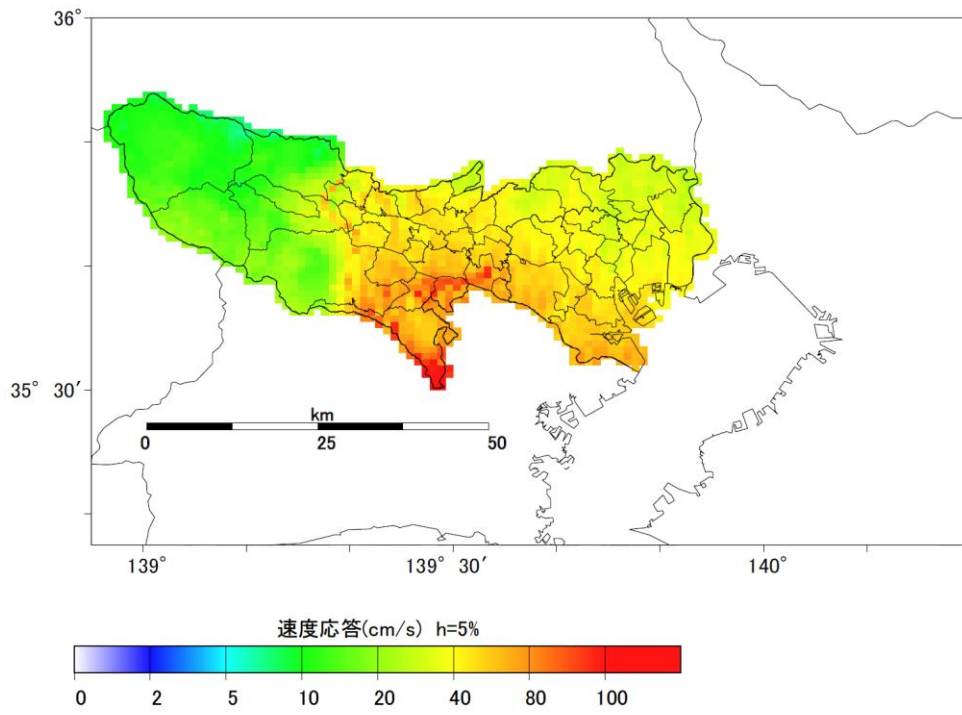


図表 工学的基盤における周期 2 秒以上の最大速度(水平 2 成分のうち大きい方)

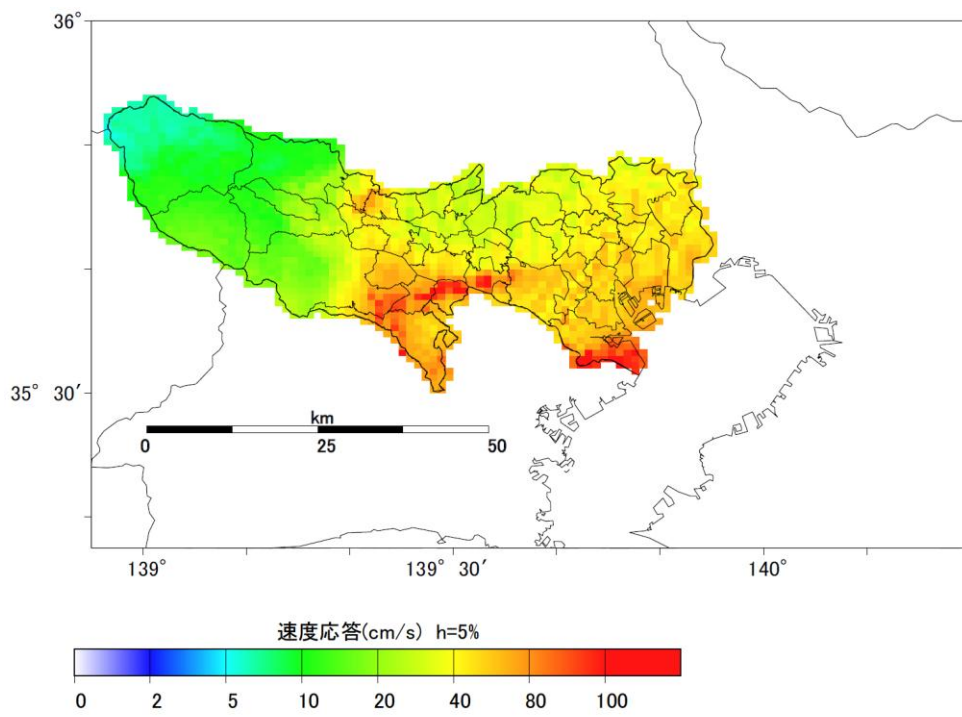


<比較> 図表 工学的基盤における最大速度(全周期。水平 2 成分のうち大きい方)

元禄型関東地震（M8.2）の場合の工学的基盤における周期別の速度応答スペクトル分布図を示す（2～10 秒）。

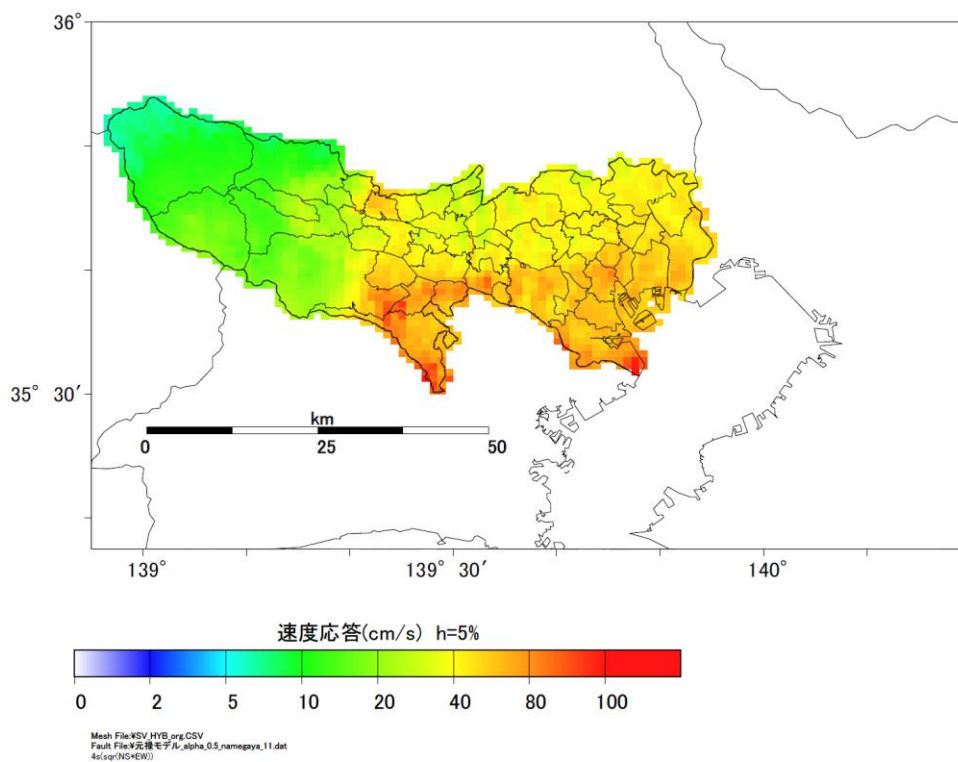


周期 2.0 秒

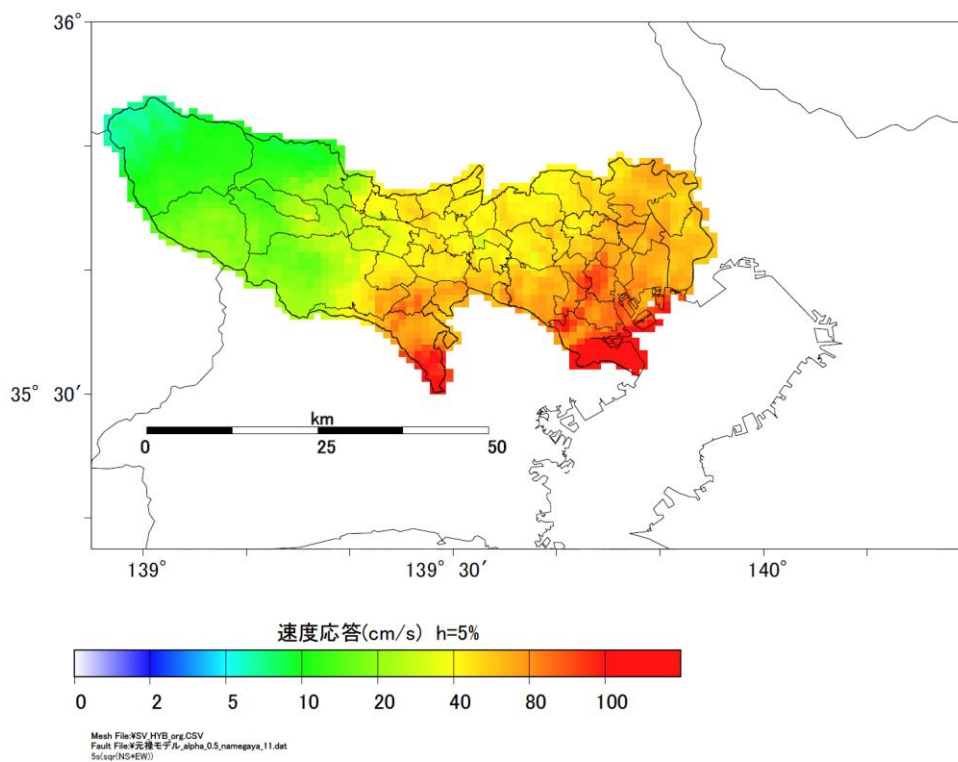


周期 3.0 秒

**図表 元禄型関東地震の工学的基盤での速度応答スペクトル分布図
 (NS 成分、EW 成分相乗平均、減衰 5%)**

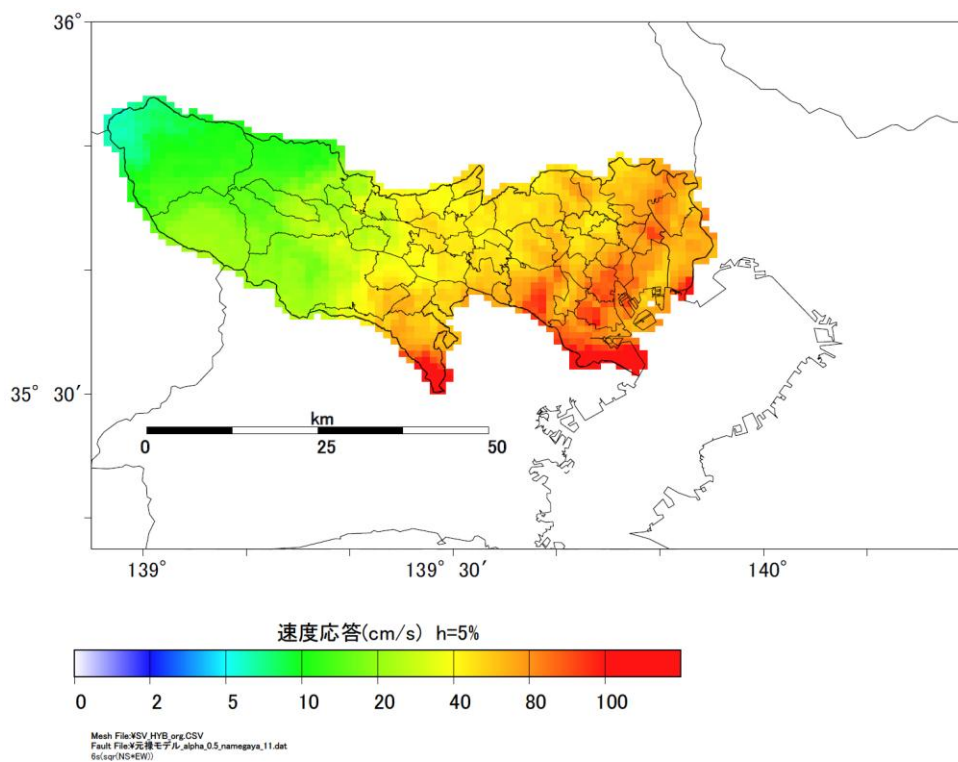


周期 4.0 秒

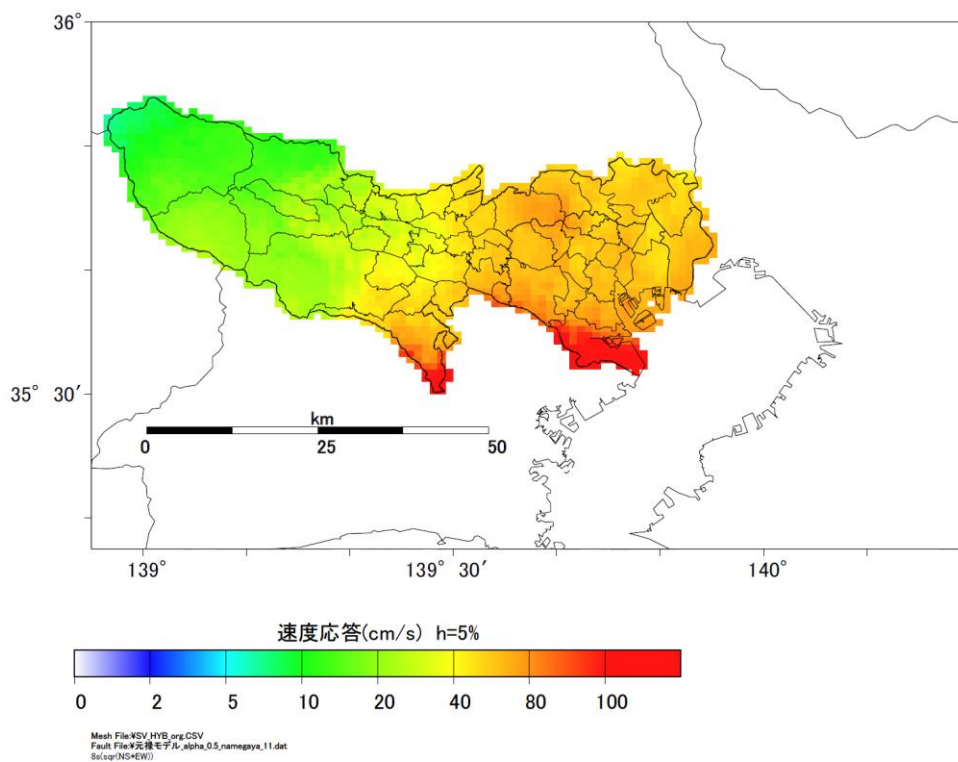


周期 5.0 秒

**図表 元禄型関東地震の工学的基盤での速度応答スペクトル分布図
 (NS 成分、EW 成分相乗平均、減衰 5%)**

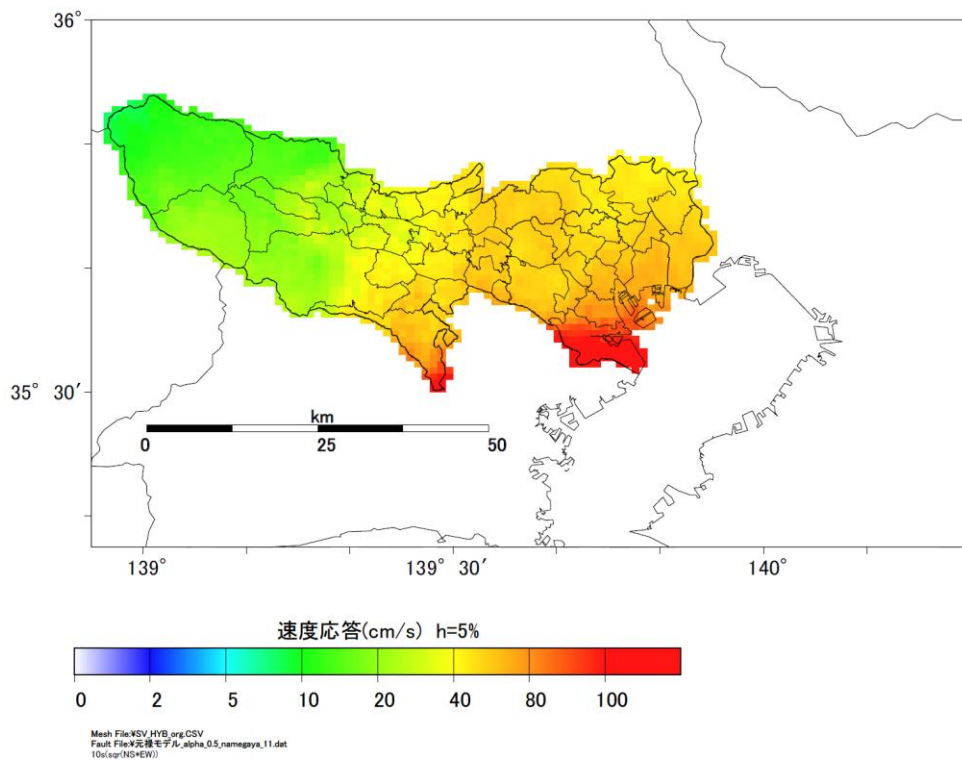


周期 6.0 秒



周期 8.0 秒

**図表 元禄型関東地震の工学的基盤での速度応答スペクトル分布図
 (NS 成分、EW 成分相乗平均、減衰 5%)**



周期 10.0 秒

図表 元禄型関東地震の工学的基盤での速度応答スペクトル分布図
(NS 成分、EW 成分相乗平均、減衰 5%)

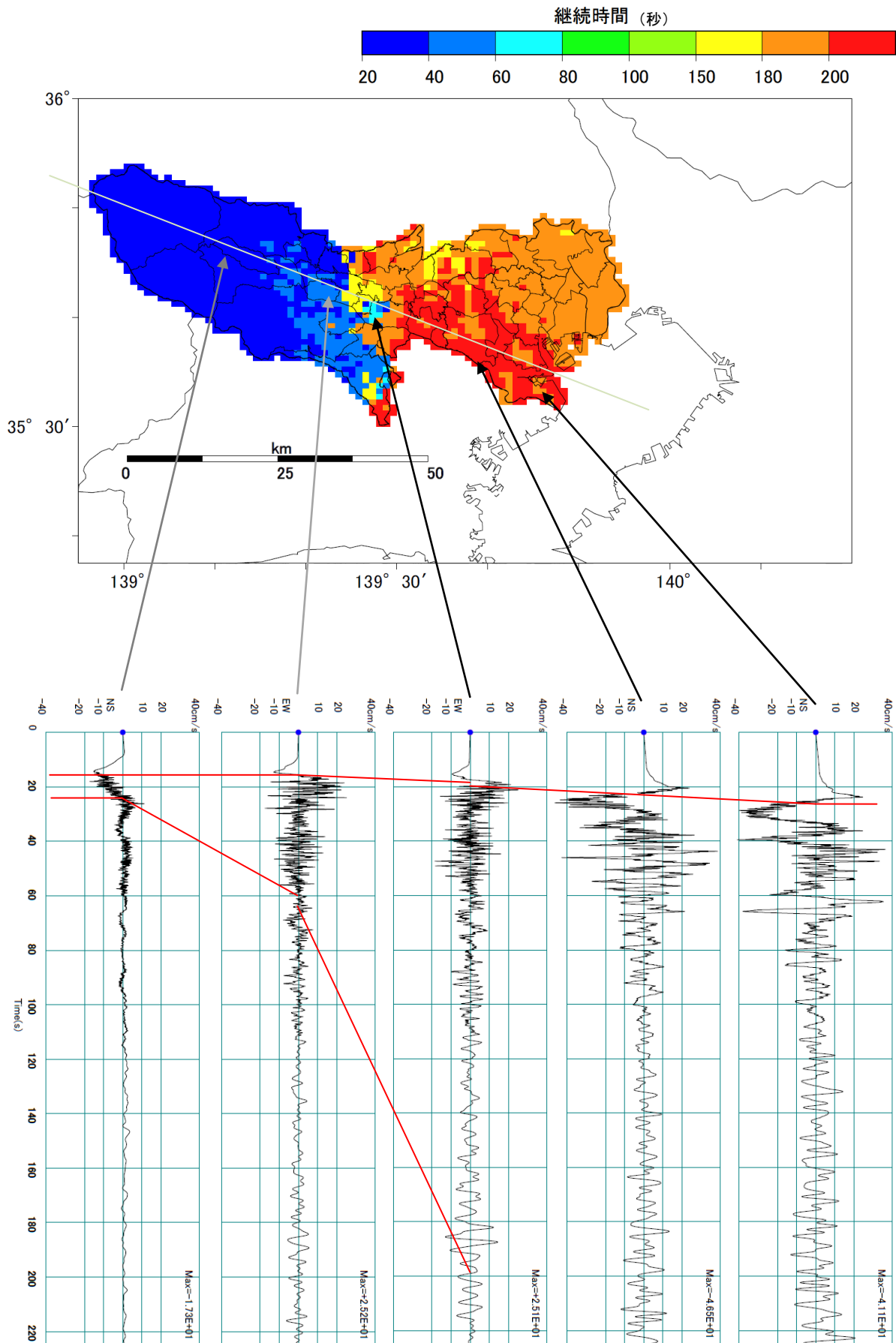
2. 元禄型関東地震における長周期地震動の継続時間分布図

元禄型関東地震 (M8.2) の場合の、工学的基盤における長周期地震動の継続時間 (速度が最初に 10cm/s 以上になってから最後に 10cm/s 以下になるまでゆれが継続する時間) の分布図と、主な地点での工学的基盤における速度波形を示す。表層地盤の卓越周期に比べて十分に長周期であれば、近似的に地表のゆれの継続時間と同程度とみなすことができる (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2012)。超高層ビルなどの建築物や橋などの長大な構造物は、長周期地震動においてはこの地表での継続時間よりは長くゆれる場合が多い。

周期別の速度応答スペクトル分布図と継続時間の分布図を一緒に見ることで、対象となる超高層ビルなどの建築物や橋などの長大な構造物が長周期地震動で共振してゆれた場合のゆれの最大速度とその継続時間の目安を知ることができる (ゆれの周期の目安は固有周期)。

例えば固有周期 5 秒の超高層ビルなら、元禄型関東地震 (M8.2) の長周期地震動による建物のゆれの最大速度は、周期 5 秒の速度応答スペクトル分布図に見られるその建物の立地場所における速度が目安となり、ゆれの継続時間は、同じ場所の継続時間分布図における値が目安となる。

図表 元禄型関東地震における長周期地震動の継続時間の分布図(10cm/s 継続時間)と
 主な地点での工学的基盤における速度波形(赤線は10cm/s 継続時間の差を示す。)



3. 地震動予測計算結果の整理

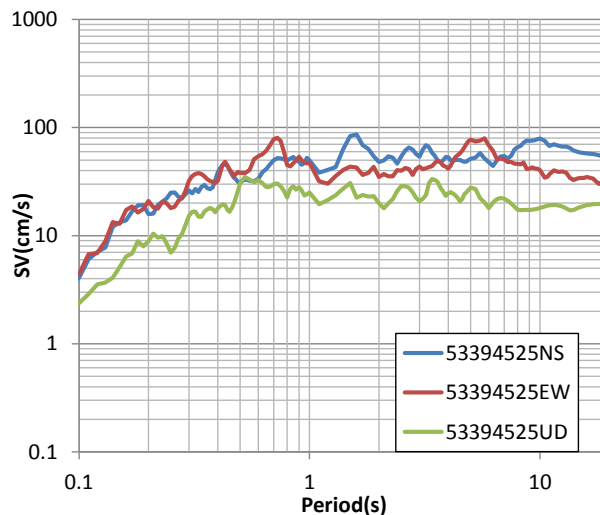
地震調査研究推進本部地震調査委員会が平成 21 年に公表した「長周期地震動予測値図」2009 年試作版の公表について」によれば、「一般的な超高層ビルにおいては、その建物の頂部のゆれ方は、応答スペクトルの値の 20～30%程度増しになる場合もある」とされており、建物の固有周期に応じた加速度応答や速度応答を調査し、把握することは、被害の防止を図るうえで重要である。

そこで、元禄型関東地震における長周期地震動による影響を推定するため、都内複数個所（超高層ビルが立地する新宿、超高層マンションが多く立地する港区芝浦、江東区東雲）について、計測震度、固有周期 2 秒前後および 3 秒前後の加速度応答値・速度応答値を計算した。

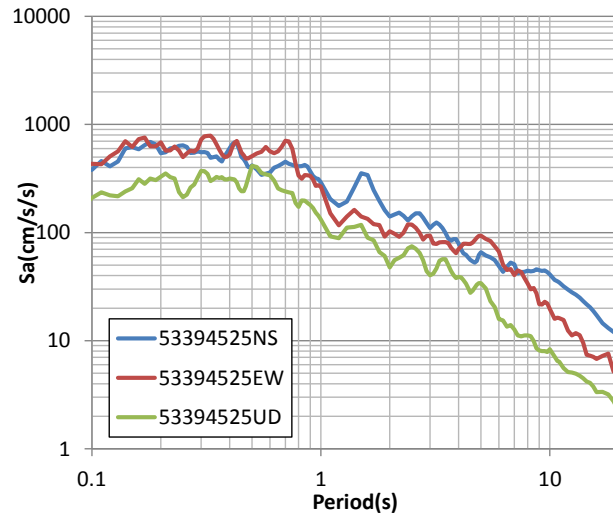
図表 元禄型関東地震による新宿区西新宿あたりの加速度応答値・速度応答値

	計測震度	地表加速度	地表速度	加速度応答 (gal)	速度応答 (kine)
固有周期 2 秒前後	6.0～5.9	252～244	92～85	140～161	48～64
固有周期 3 秒前後				110～124	53～69
固有周期 4 秒前後				64～79	49～53
固有周期 5 秒前後				83～94	70～77

**元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒～20 秒):新宿あたり**



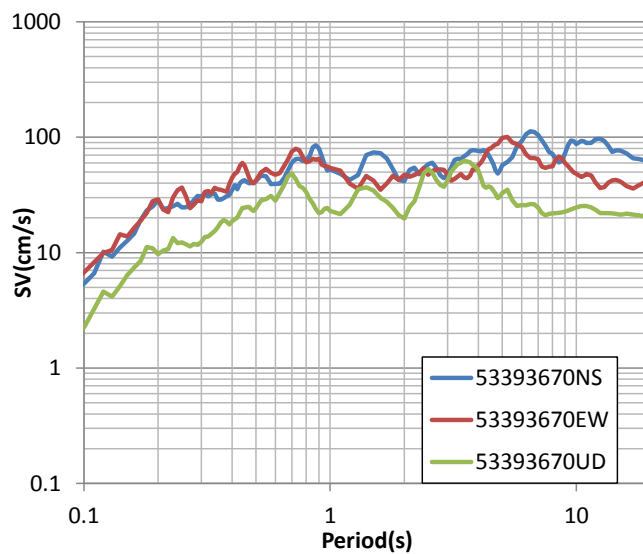
元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
 加速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒~20 秒):新宿あたり



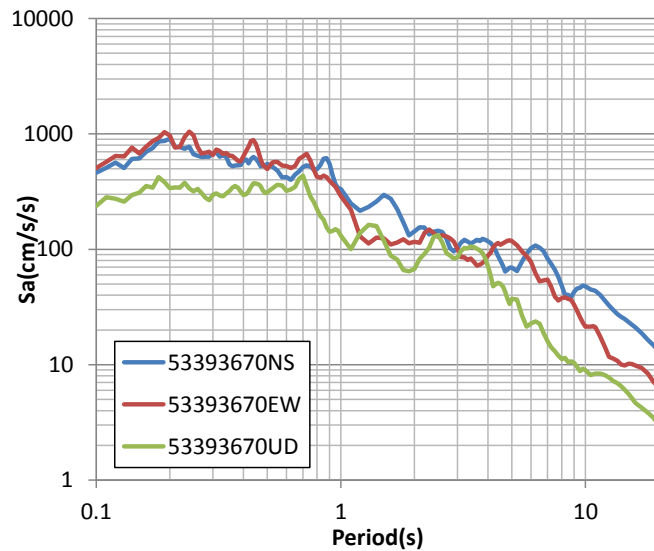
図表 元禄型関東地震による港区芝浦あたりの加速度応答値・速度応答値

	計測震度	地表加速度	地表速度	加速度応答 (gal)	速度応答 (kine)
固有周期 2 秒前後	6.2~5.9	325~280	119~83	132~155	42~54
固有周期 3 秒前後				102~121	44~63

元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
 速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒~20 秒):芝浦あたり



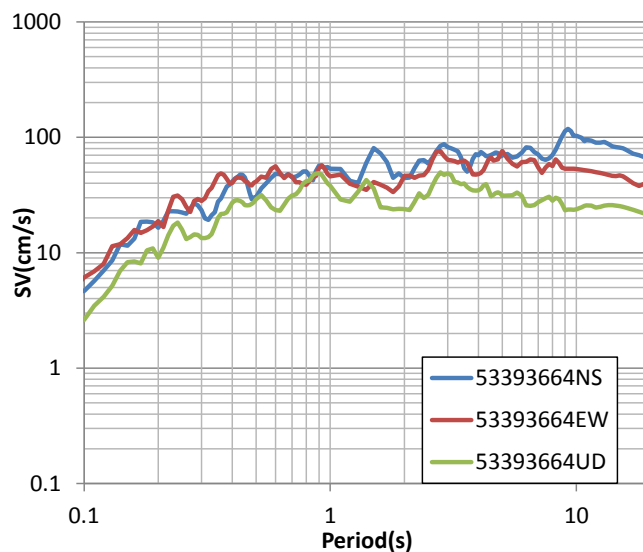
元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
 加速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒~20 秒):芝浦あたり



図表 元禄型関東地震による江東区東雲あたりの加速度応答値・速度応答値

	計測震度	地表加速度	地表速度	加速度応答 (gal)	速度応答 (kine)
固有周期 2 秒前後	6.1	297~292	113~103	121~147	44~53
固有周期 3 秒前後	(一部 5.9)			161~185	78~87

元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
 速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒~20 秒):東雲あたり



元禄型関東地震の工学的基盤における速度波形(ハイブリッド法)より得られた
加速度応答スペクトル(減衰 5%)(0.1 秒~20 秒):東雲あたり

