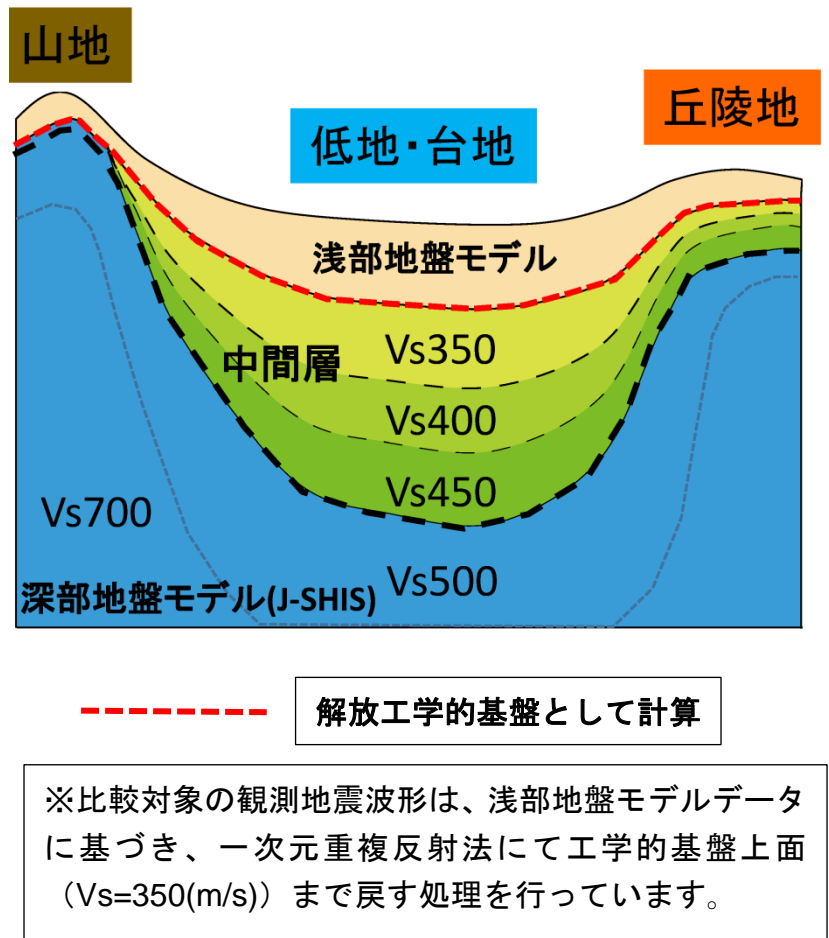


付録 2 関東地域の浅部・深部統合地盤構造モデルの検証

浅部・深部統合地盤構造モデルを用いて差分法による地震動シミュレーションを行いました。本検討の計算には、浅部・深部統合地盤構造モデルの下部に、全国1次地下構造モデル（暫定版）の上部地殻第2層（ $V_s=3400\text{m/s}$ ）以深の層を結合した構造モデルを用いています（付表 2.1）。

付表 2.1 本検証で用いる地下構造モデルの各層物性値。

層番号	P波速度 m/s	S波速度 m/s	密度 g/m ³	Qs
1	1600	350	1850	70
2	1600	400	1850	80
3	1700	450	1900	90
4	1800	500	1900	100
5	1800	550	1900	110
6	2000	600	1900	120
7	2100	700	2000	140
8	2100	750	2000	150
9	2200	800	2000	160
10	2300	850	2050	170
11	2400	900	2050	180
12	2500	1000	2100	200
13	2500	1100	2150	220
14	2700	1300	2200	260
15	3000	1400	2250	280
16	3200	1500	2250	300
17	3400	1600	2300	320
18	3500	1700	2300	340
19	3700	1900	2350	380
20	3800	2000	2400	400
21	4000	2100	2400	400
22	4000	2100	2400	400
23	5000	2700	2500	400
24	4600	2900	2550	400
25	5500	3100	2600	400
26	5500	3200	2650	400
27	5800	3400	2700	400
28	6400	3800	2800	400
29	7500	4500	3200	500
30	5000	2900	2400	200
31	6800	4000	2900	300
32	8000	4700	3200	500
33	5400	2800	2600	200
34	6500	3500	2800	300
35	8100	4600	3400	500



付図 2.1 計算に使用するモデルの概念図。
赤点線より深部を計算に使用します。

※ Qs 値は、 $Q_s=V_s/5$ として設定しました。

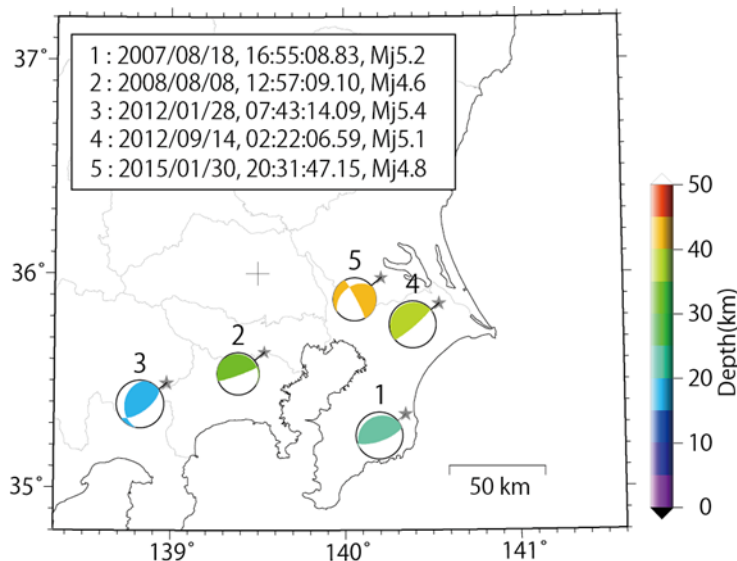
※ ■ は陸域でモデル化されている主要な層。

今回の計算では、以下の地下構造モデルを使用してそれぞれを比較しました。

- (1) 浅部・深部統合地盤構造モデル ($V_s=350\text{m/s}$ 層より上部層を取り除いたモデル)

(2) 全国 1 次地下構造モデル (暫定版)

水平 70m×鉛直 35m のグリッド間隔で差分格子を作成しました (付表 2.2)。Q 値は S 波速度の 1/5 とし、参照周期を 3 秒としました。計算の対象とした地震は付図 2.2 に示している 5 つの震源であり、関東地方の 1 都 6 県 (東京都、群馬県、栃木県、茨城県、埼玉県、千葉県、神奈川県内の K-NET と KiK-net の 197 観測点に対して波形を計算しました。比較の対象とする観測記録は、浅部・深部統合地盤構造モデルの浅部地盤構造モデルに基づいて補正し、解放工学的基盤上で観測された波形として計算波形と直接比較できるようにしています。



付図 2.2 計算に用いた気象庁による地震の諸元と F-net による震源メカニズム解。

付表 2.2 計算の概要。

構造モデル									
格子サイズ (m)			格子数			時間間隔 (秒)			
第 1 領域			第 1 領域			第 2 領域			
dx1	dy1	dz1	nx1	ny1	nz1	nx2	ny2	nz2	
70	70	35	3789	4146	231	1263	1382	400	0.003125

※第 2 領域の格子サイズは第 1 領域の 3 倍。

※震源位置は気象庁、震源メカニズム解と地震モーメントは F-net による。

差分法の計算結果の評価については、ここでは、観測記録 (data) に対する計算記録 (model) の再現性を評価する GOF (goodness-of-fit) の指標として、

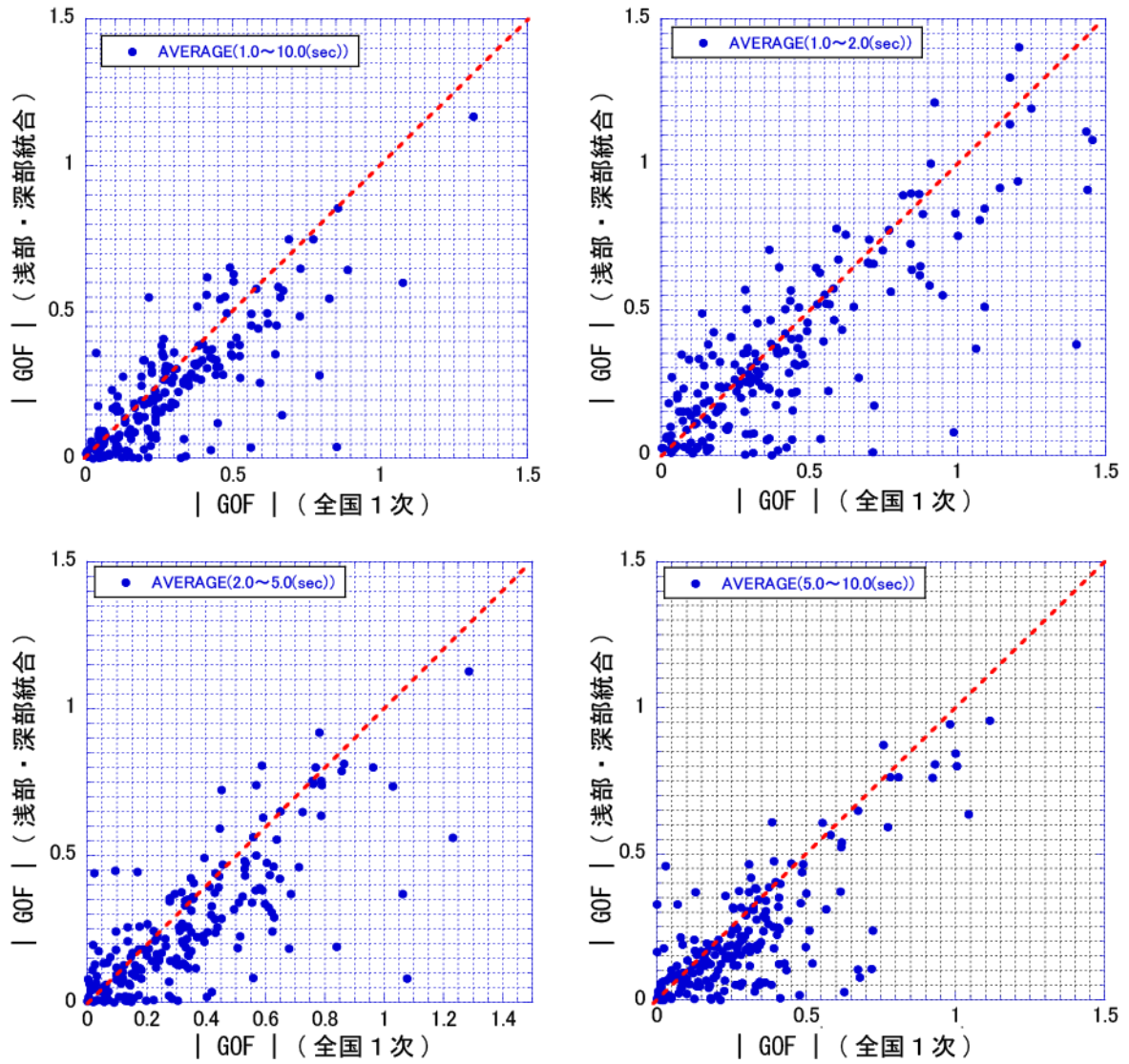
$$GOF = \frac{1}{n} \sum \ln(\text{data}/\text{model})$$

を用います。ここで、n は観測点における記録 (地震) 数です。ただし、記録として、水平 2 成分のフーリエスペクトルのベクトル合成値を用います。今回の地下構造モデルが、全国

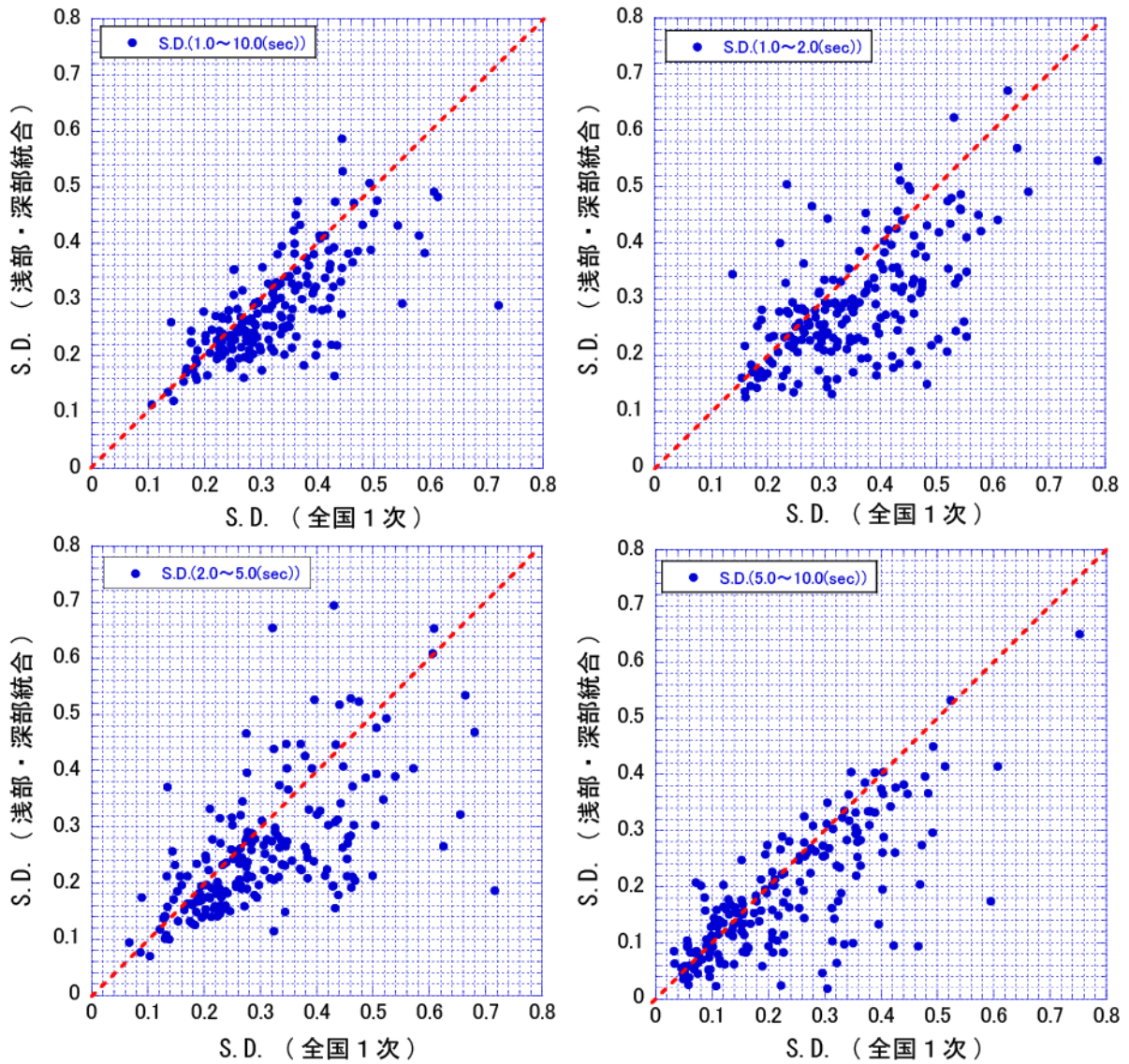
1次地下構造モデル（暫定版）から改善しているかどうかを GOF と分散値(S.D.)

$$S. D. = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \{\log_{10}(\text{data}/\text{model})\}^2}$$

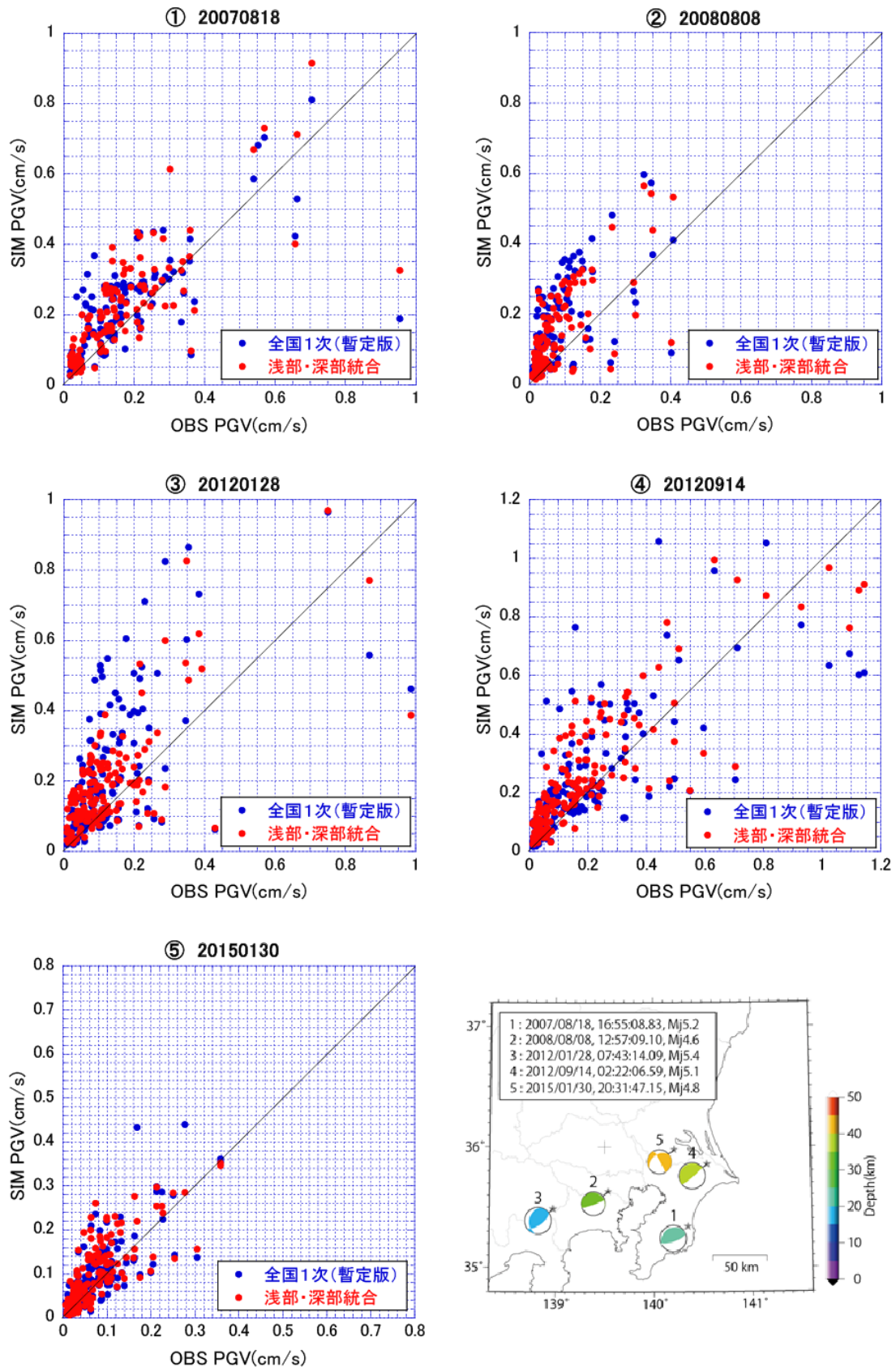
を用いて評価しました。5地震197地点の観測点に対する観測記録(data)と計算記録(model)の合致度を付図2.3～付図2.5にそれぞれ示します。付図2.3、2.4は、縦軸が浅部・深部統合地盤構造モデル、横軸が全国1次地下構造モデル（暫定版）に対する合致度を示します。付図2.3は、各観測点に対するGOFの絶対値を5地震に対して平均をとり、その値をプロットしています。GOFはdataとmodelの比を対数で示したものであるため、0に近い程、合致度が高くなります。付図2.4は各観測点で5地震に対してどのくらい観測波形と違いがあるかを分散値で示しているため、やはり値が小さい程、モデルが観測値を良く再現していると考えています。平均値も分散値も、全体的に浅部・深部統合地盤構造モデルに対する値は、全国1次地下構造モデル（暫定版）よりも値が小さくなっています。特に、2～10秒の帯域で浅部・深部統合地盤構造モデルは合致度が高くなっているといえます。付図2.5は、各震源に対して、縦軸が理論値、横軸が観測値の振幅（最大速度）を観測点ごとに比をとり比較しました。黒で示す対角線上に近い程、最大速度値が一致していることを示しています。全体的に浅部・深部統合地盤構造モデルとの比較（赤）の方が対角線上に近く、比のばらつきも小さくなっています。



付図 2.3 5つの地震と K-NET,KiK-net 観測点 (197 地点) における全国 1 次地下構造モデル(暫定版) と浅部・深部統合地盤構造モデルに対して計算した理論波形と観測波形の GOF の絶対値で平均をとり、比較 (左上から 1~10 秒 (全体)、1~2 秒、2~5 秒、5~10 秒)。



付図 2.4 5つの地震と K-NET,KiK-net 観測点 (197 地点) における全国 1 次地下構造モデル (暫定版) と浅部・深部統合地盤構造モデルに対して計算した理論波形と観測波形の分散値 (S.D.) の比較 (左上から 1~10 秒 (全体)、1~2 秒、2~5 秒、5~10 秒)。



付図 2.5 K-NET,KiK-net 観測点 (197 地点) における、各震源 (右下) による地震観測記録による最大速度 (OBS PGV) と、差分法計算結果における最大速度 (SIM PGV) との比較 (青点 : 全国 1 次地下構造モデル (暫定版) 赤点 : 浅部・深部統合地盤構造モデル)。