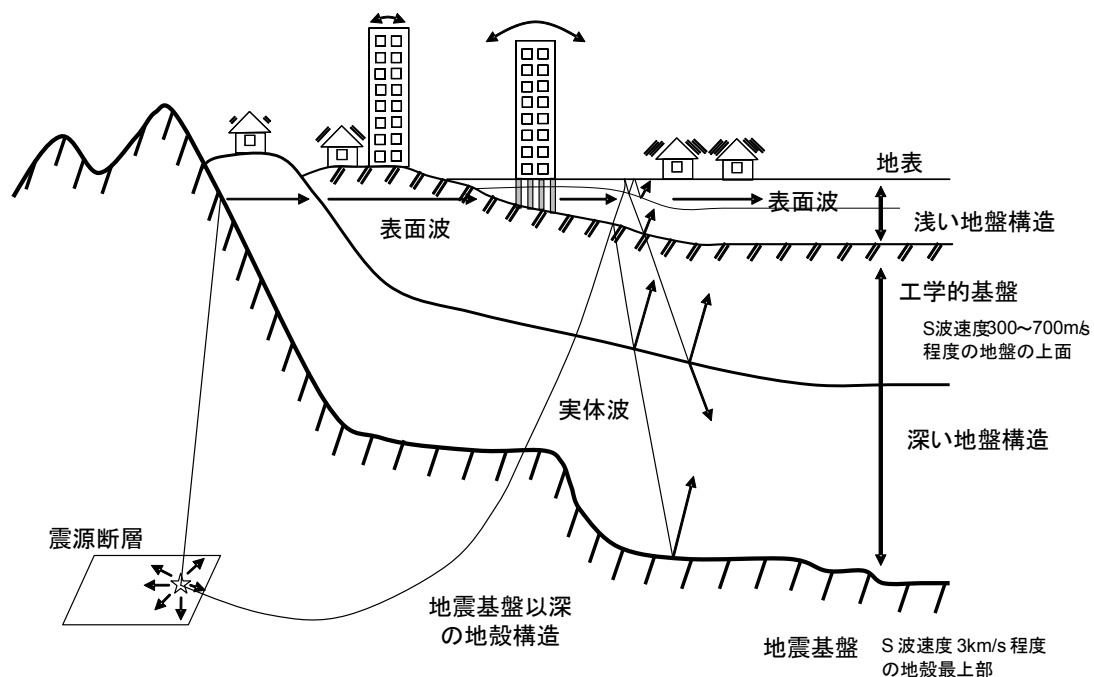


付録 2. 全国 1 次地下構造モデル（暫定版）

「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」（以下「レシピ」と呼ぶ）では、地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算、予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定にあたっての考え方をまとめています（地震調査委員会, 2009a）。

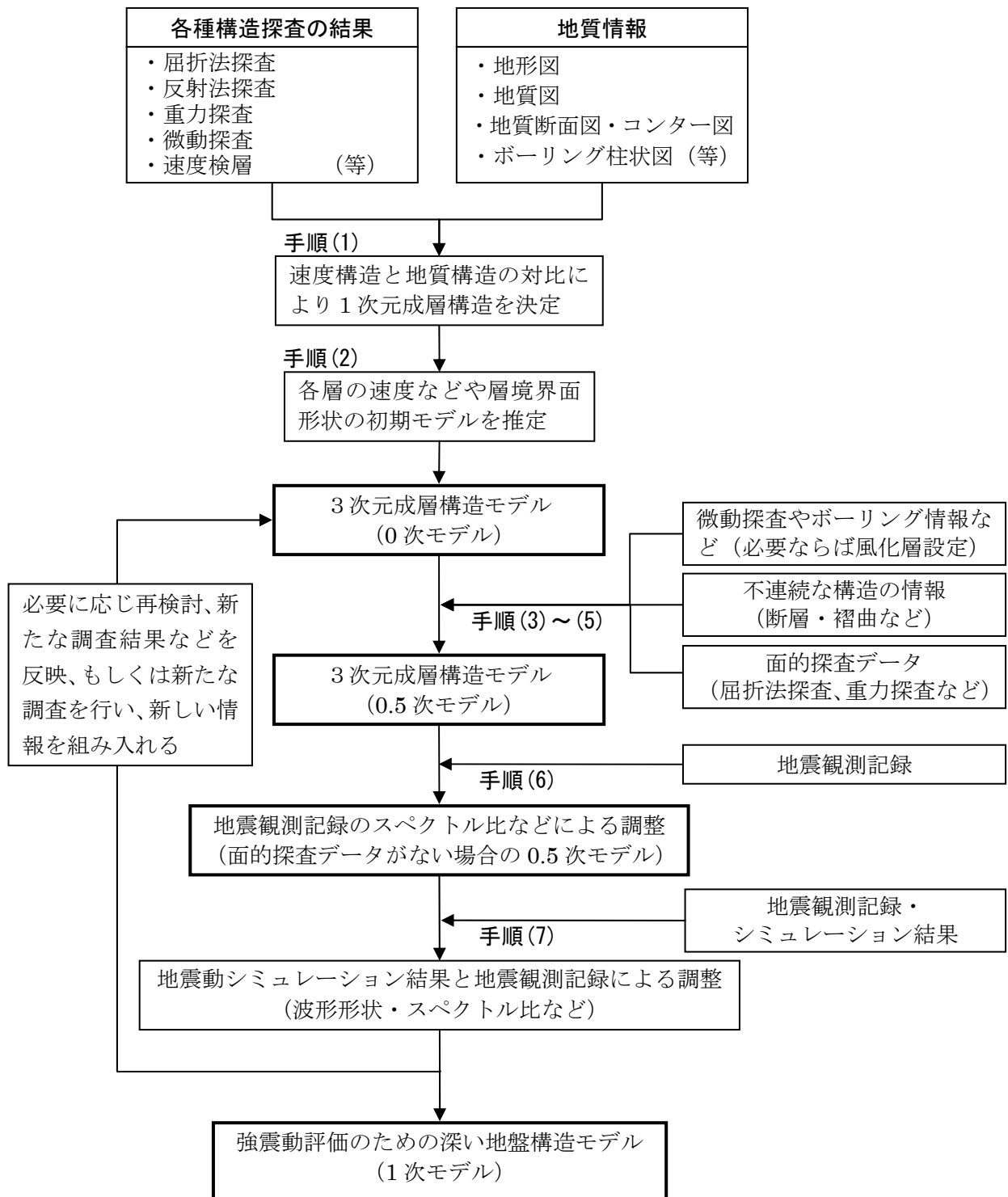
長周期地震動の予測に深く関係する地下構造モデルの作成法は、レシピの 2 章に掲載されています。本報告書および 2009 年試作版（地震調査委員会, 2009b）で長周期地震動予測地図が作成された地域では、この作成法に基づいて、付図 2.1 に示される深い地盤構造と地震基盤以深の地殻構造が 1 次モデル化されました。ここでは、これらを統合した全国 1 次地下構造モデル（暫定版）（Koketsu *et al.*, 2008）を紹介します。



付図 2.1 地下構造モデルの模式図（地震調査委員会, 2009a）

地下構造モデルの作成法の流れは、レシピの 2 章および付図 2.2 に示すとおりです。まず地質情報や各種構造探査のデータを用いて、地下構造の標準的なモデル化手法（Koketsu *et al.*, 2009）の手順 (1)~(2) により 0 次モデル¹が構築されます。次に、面的に存在する探査データを用いて、手順 (3)~(5) により精度の高い層境界面の形状を持った 0.5 次モデルが構築されます。ただし、面的な探査データが存在しない場合には、地震観測記録のスペクトル比などを用いて、手順 (6) を先取りすることにより 0.5 次モデルが構築されます。最後に、地震観測記録の波形やスペクトル比などを用いて、手順 (6)~(7) により 1 次モデルが構築され最終モデルとなります。なお、モデル化の過程においては、状況に応じて低次のモデル化に立ち戻って見直すことを妨げません。

¹ これまで実施した強震動評価および防災科学技術研究所の取組みによる、「深い地盤構造」の全国 0 次モデル（藤原・他, 2006）を利用することができます。



付図 2.2 強震動評価のための深い地盤構造モデル作成の流れ (地震調査委員会, 2009a)

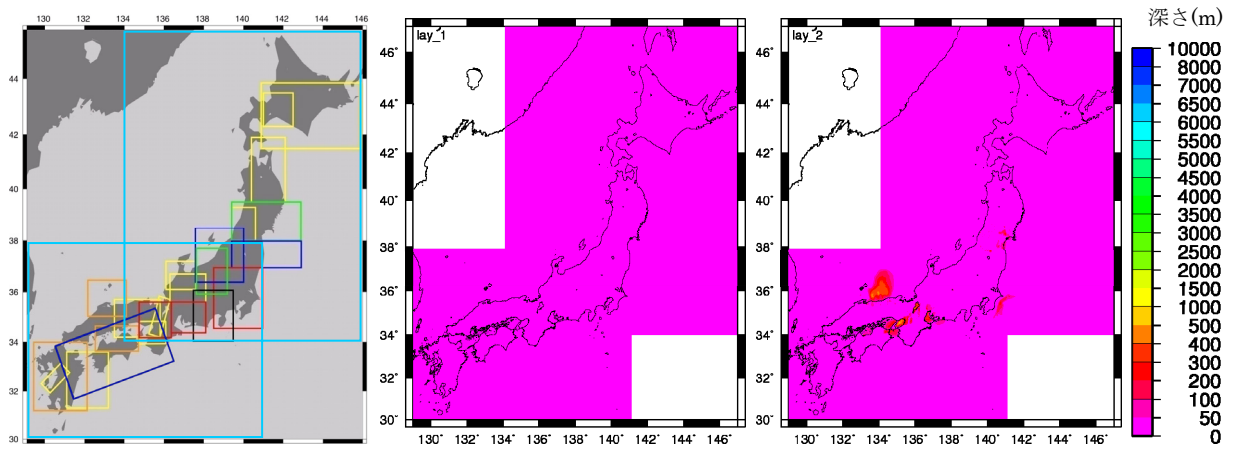
全国1次地下構造モデル（暫定版）は、2009年試作版の7章と本報告書の4章で1次モデル化された地下構造から主に構成されていますが、北海道地方と東北地方北部については「全国地震動予測地図」で構築された0.5次モデル（藤原・他, 2009; 防災科学技術研究所, 2011）を採用しています。付表2.1にモデルの物性値を示します。第1層から第13層は地震基盤よりも浅い堆積層に相当し、S波速度の連続性を重視しながら全国的になめらかにつながったモデルとしており、第14層は地震基盤、そこから第17層までは地殻構造を表します。ただし、近畿地方は、Iwata *et al.* (2008)などを参考に第13層を地震基盤としたモデルとなっています。2012年試作版では第11層と第12層を地殻最上部層としてモデル化したため、2009年試作版の計算領域との接合部にモデル化の違いが見られます。2009年試作版では東北日本と西南日本で異なる物性値を用いましたが、全国1次地下構造モデル（暫定版）の構築にあたり、既往の研究（例えば、領木, 1999; Matsubara *et al.*, 2008）などを比較・参照しながら統一を図りました。第18層から第20層のフィリピン海プレートと第21層から第23層の太平洋プレートは海域構造であり、本報告書や2009年試作版で用いられた値が採用されています。プレート上面深度は、最新の構造探査の知見（例えば、Sato *et al.*, 2005; 馬場・他, 2006）を取り込むように留意しました。しかしながら、フィリピン海プレートは深さ70 km程度までの推定となっています。

このように、全国1次地下構造モデル（暫定版）は、長周期地震動を対象としているため、堆積層・地殻・海域の構造を含んでいます。また、中小地震を用いた地下構造の1次モデル化のチューニングは、周期2秒以上の帯域で行なわれています。

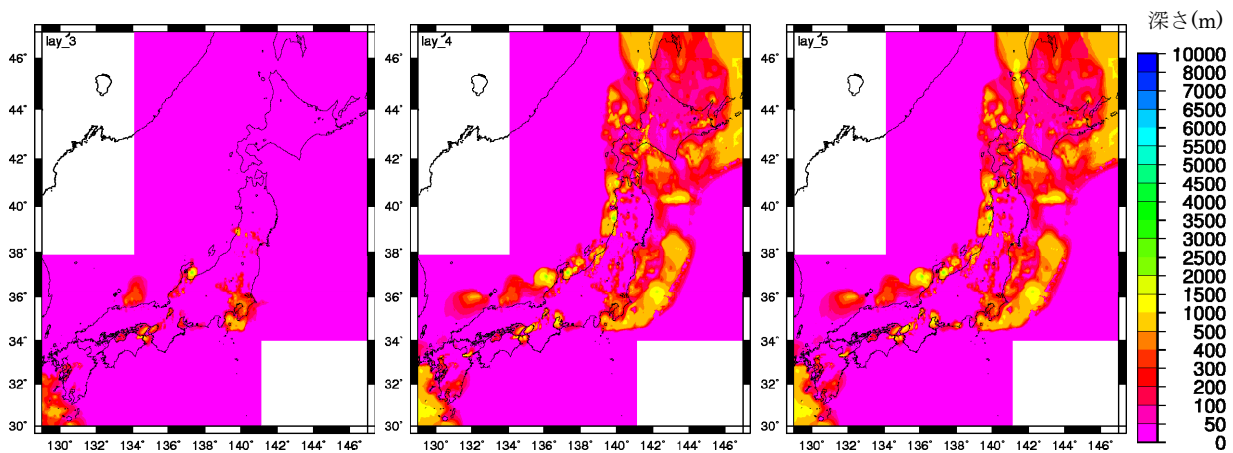
付表2.1 全国1次地下構造モデル（暫定版）の物性値

Layer	Vp(km/s)	Vs(km/s)	ρ (g/cm ³)	Qp	Qs	
1	1.7	0.35	1.80	119	70	
2	1.8	0.5	1.95	170	100	
3	2.0	0.6	2.00	204	120	
4	2.1	0.7	2.05	238	140	
5	2.2	0.8	2.07	272	160	
6	2.3	0.9	2.10	306	180	
7	2.4	1.0	2.15	340	200	付加体を含む
8	2.7	1.3	2.20	442	260	
9	3.0	1.5	2.25	510	300	
10	3.2	1.7	2.30	578	340	
11	3.5	2.0	2.35	680	400	
12	4.2	2.4	2.45	680	400	
13	5.0	2.9	2.60	680	400	地震基盤(近畿圏)
14	5.5	3.2	2.65	680	400	地震基盤(上部地殻第1層)
15	5.8	3.4	2.70	680	400	上部地殻第2層
16	6.4	3.8	2.80	680	400	下部地殻
17	7.5	4.5	3.20	850	500	マントル
18	5.0	2.9	2.40	340	200	海洋性地殻第2層(フィリピン海プレート)
19	6.8	4.0	2.90	510	300	海洋性地殻第3層(フィリピン海プレート)
20	8.0	4.7	3.20	850	500	海洋性マントル(フィリピン海プレート)
21	5.4	2.8	2.60	340	200	海洋性地殻第2層(太平洋プレート)
22	6.5	3.5	2.80	510	300	海洋性地殻第3層(太平洋プレート)
23	8.1	4.6	3.40	850	500	海洋性マントル(太平洋プレート)

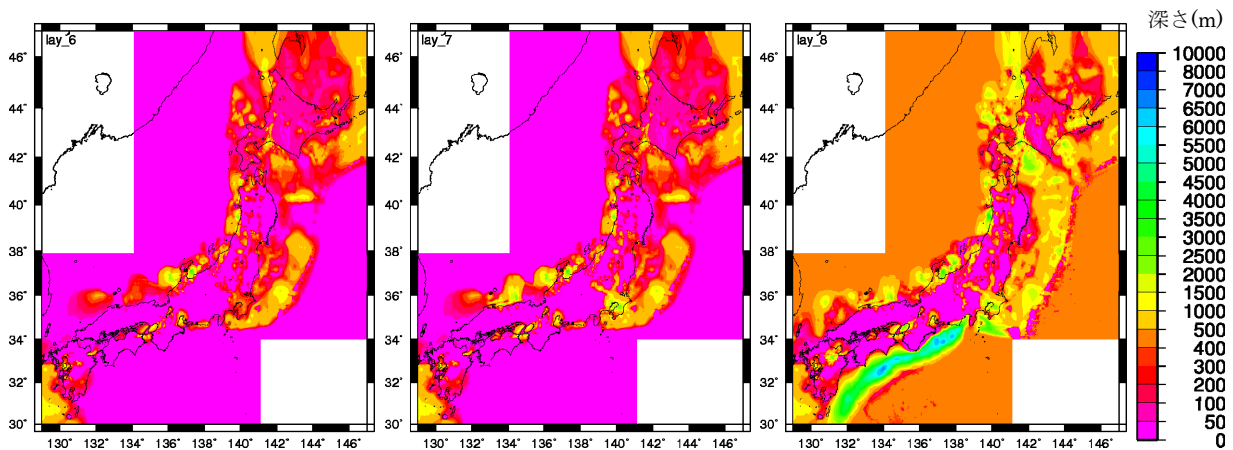
- 地震本部などによる地下構造モデル
- Ludwig *et al.* (1970)
- 長周期地震動予測地図2009年試作版(宮城県沖地震)
- Yamada and Iwata (2005)
- H17年度大大特広域モデル(田中・他, 2006)
- $Q_s=1000*V_s/5$ $Q_p=1.7*Q_s$ Q_s が400を超える場合は400とする (Kawabe and Kamae, 2008 を参考)



左図は全国1次地下構造モデル（暫定版）の対象領域。中図は第1層 ($V_s = 0.35$ km/s)、右図は第2層 ($V_s = 0.5$ km/s) の上面深さ。

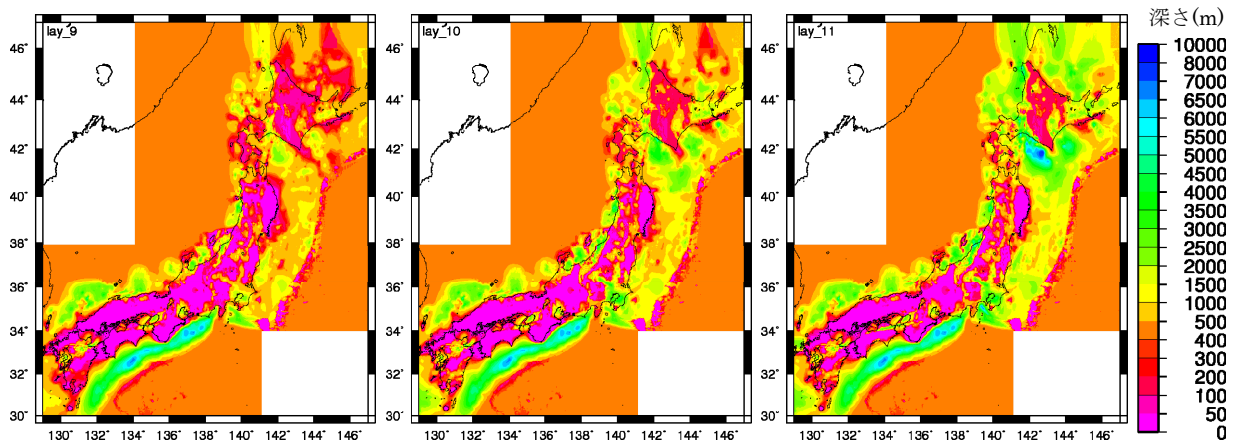


左図は第3層 ($V_s = 0.6$ km/s)、中図は第4層 ($V_s = 0.7$ km/s)、右図は第5層 ($V_s = 0.8$ km/s) の上面深さ。

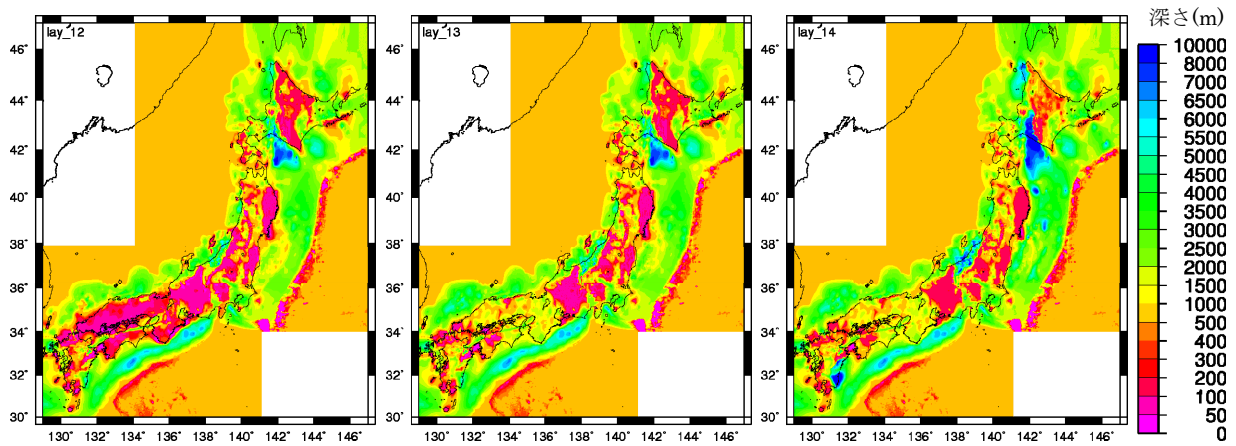


左図は第6層 ($V_s = 0.9$ km/s)、中図は第7層 ($V_s = 1.0$ km/s)、右図は第8層 ($V_s = 1.3$ km/s) の上面深さ。

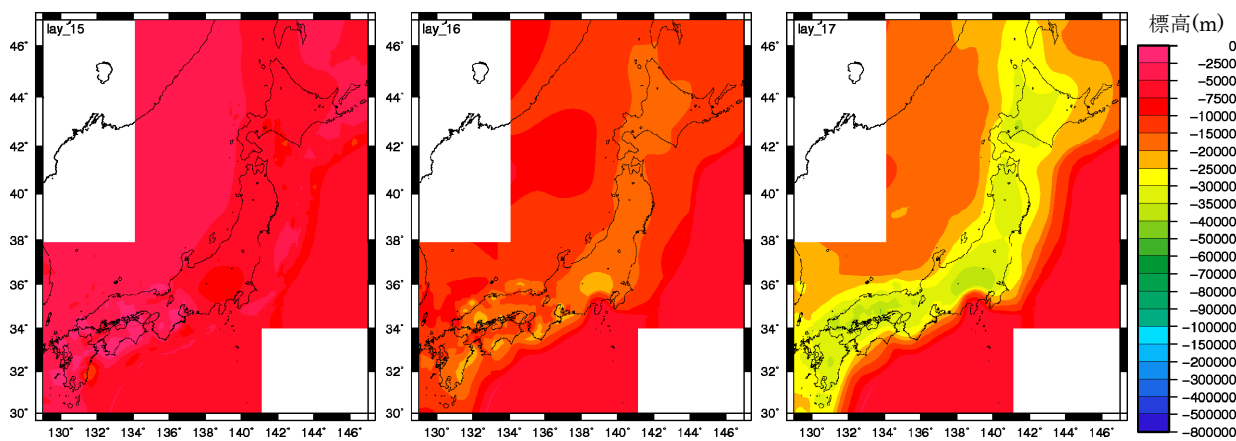
付図 2.3 全国1次地下構造モデル（暫定版）



左図は第9層 ($V_s = 1.5$ km/s)、中図は第10層 ($V_s = 1.7$ km/s)、右図は第11層 ($V_s = 2.0$ km/s) の上面深さ。

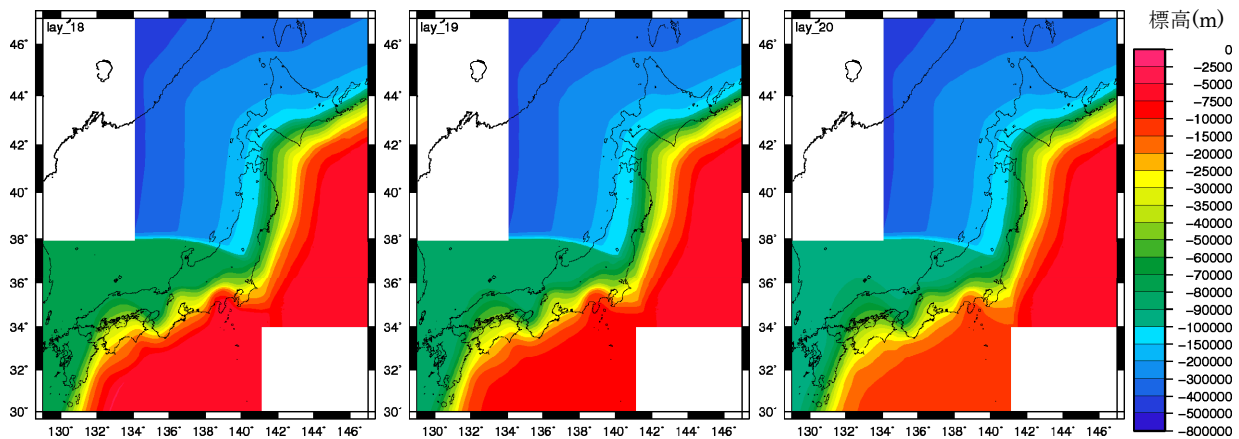


左図は第12層 ($V_s = 2.4$ km/s)、中図は第13層 ($V_s = 2.9$ km/s)、右図は第14層 ($V_s = 3.2$ km/s) の上面深さ。

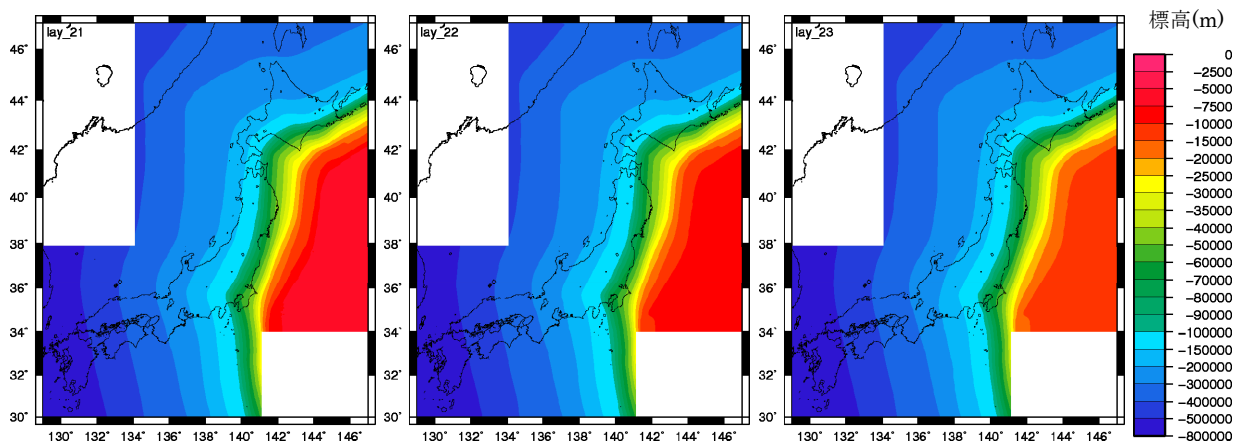


左図は第15層 (上部地殻第2層 $V_s = 3.4$ km/s)、中図は第16層 (下部地殻 $V_s = 3.8$ km/s)、右図は第17層 (マントル $V_s = 4.5$ km/s) の上面標高。

付図 2.3 (続) 全国1次地下構造モデル (暫定版)



フィリピン海プレート。左図は第 18 層（海洋性地殻第 2 層 $V_s = 2.9$ km/s）、中図は第 19 層（海洋性地殻第 3 層 $V_s = 4.0$ km/s）、右図は第 20 層（海洋性マントル $V_s = 4.7$ km/s）の上面標高。



太平洋プレート。左図は第 21 層（海洋性地殻第 2 層 $V_s = 2.8$ km/s）、中図は第 22 層（海洋性地殻第 3 層 $V_s = 3.5$ km/s）、右図は第 23 層（海洋性マントル $V_s = 4.6$ km/s）の上面標高。

付図 2.3（続） 全国 1 次地下構造モデル（暫定版）

引用文献

- 馬場俊孝・伊藤亜紀・金田義行・早川俊彦・古村孝志, 2006, 制御地震探査結果から構築した日本周辺海域下の 3 次元地震波速度構造モデル, 日本地球惑星科学連合大会講演予稿集, S111-006.
- 防災科学技術研究所, 2011, 地震ハザードステーション J-SHIS, <<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>>.
- 地震調査委員会, 2009a, 震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）, 40pp.
- 地震調査委員会, 2009b, 「長周期地震動予測地図」 2009 年試作版, <http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_choshuki/choshuki2009.pdf>, 66pp.
- 藤原広行・河合伸一・青井 真・先名重樹・大井昌弘・松山尚典・岩本鋼司・鈴木晴彦・早川 譲, 2006, 強震動評価のための深部地盤構造全国初期モデル, 第 12 回日本地震工学シンポジウム, 1466-1469.
- 藤原広行・河合伸一・青井 真・森川信之・先名重樹・工藤暢章・大井昌弘・はお憲生・早川 譲・遠山信彦・松山尚典・岩本鋼司・鈴木晴彦・劉 瑛, 2009, 強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討, No.337.

- Iwata, T., T. Kagawa, A. Petukhin, and Y. Onishi, 2008, Basin and crustal velocity structure models for the simulation of strong ground motions in the Kinki area, Japan, *J. Seismol.*, 12, 223-234.
- Kawabe, H. and K. Kamae, 2008, Prediction of long-period ground motions from huge subduction earthquakes in Osaka, Japan, *J. Seismol.*, 12, 173-184.
- Koketsu, K., H. Miyake, H. Fujiwara, and T. Hashimoto, 2008, Progress towards a Japan integrated velocity structure model and long-period ground motion hazard map, *Proc. 14WCEE*, Paper No.S10-038.
- Koketsu, K., H. Miyake, Afnimar, and Y. Tanaka, 2009, A proposal for a standard procedure of modeling 3-D velocity structures and its application to the Tokyo metropolitan area, Japan, *Tectonophysics*, 472, 290-300.
- Ludwig, W. J., J. E. Nafe, and C.L. Drake, 1970, Seismic Refraction, in "The Sea, Vol.4", edited by A.E. Maxwell, Wiley Interscience, New York, 53-84.
- Matsubara, M., K. Obara, and K. Kasahara, 2008, Three-dimensional P-and S-wave velocity structures beneath the Japan Islands obtained by high-density seismic stations by seismic tomography, *Tectonophysics*, 454, 86-103.
- 領木邦浩, 1999, 西南日本の3次元深部構造と広域重力異常, *地震* 2, 52, 51-63.
- Sato, H., N. Hirata, K. Koketsu, D. Okaya, S. Abe, R. Kobayashi, M. Matsubara, T. Iwasaki, T. Ito, T. Ikawa, T. Kawanaka, K. Kasahara, and S. Harder, 2005, Earthquake source fault beneath Tokyo, *Science*, 309, 462-464.
- 田中康久・三宅弘恵・瀬瀬一起・古村孝志・早川俊彦・馬場俊孝・鈴木晴彦・増田 徹, 2006, 首都圏下の速度構造の大大特統合モデル(2):海溝型地震のためのモデル拡張とチューニング, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集, S116-P04.
- Yamada, N. and T. Iwata, 2005, Long-period ground motion simulation in the Kinki area during the M_J 7.1 foreshock of the 2004 off the Kii peninsula earthquakes, *Earth Planets Space*, 57, 197-202.