

### 4-3 強震観測研究の高度化に関する調査研究

実施機関：独立行政法人 防災科学技術研究所

#### 研究概要

高精度な強震動予測を実現するためには、離散的に配置された観測点で得られた地震記録から面的な地震動分布を精度良く推定することが重要である。一方、観測点で得られる地震記録は、設置環境や周辺の地盤の影響を強く受けるため、それらデータから面的地震動分布を推定するためには、観測点周辺の地盤・設置環境の評価が重要となる。本研究では、観測点の地盤・設置環境調査を実施することにより、面的な地震動分布の推定精度向上のための調査を実施する。さらに、自然地震観測によるプレート構造調査のために設置される中感度地震観測網と、既存の K-NET、KiK-net、自治体震度計等のデータを併合処理することにより、強震動の面的分布を高精度に推定するための研究を実施する。

#### 1. 平成 21 年度までの成果

- ① 千葉県内の SK-NET 観測点において常時微動調査（単点・アレイ）を実施した。
- ② 調査した結果（生データ・現場写真・H/V スペクトル等）をデータベースに納め、整理した。
- ③ 観測結果における単点による観測結果の H/V スペクトル比と既往の地盤構造モデル（深部：大大特モデル、浅部：千葉県モデル）の比較を行った。また、主に単点の結果を用い、2 秒よりも長周期にピークをもつ卓越周期分布と、既往の研究成果（先名・他(2008)、先名・翠川(2009)）を利用し、千葉県で実施した微動の H/V スペクトル比から微地形区分毎のスペクトル増幅率を求めた。

#### 2. 平成 22 年度の実施計画と進捗状況

##### <実施計画>

平成 21 年度までに実施した、千葉県における単点による微動観測結果および既往の微動アレイ観測結果を踏まえ、微動アレイ観測等を追加実施し、既存の強震観測点に基づく面的な地震動分布の推定精度の高度化について検討を行う。

##### <進捗状況>

- ① 平成 21 年度に微動アレイ観測を実施した千葉県内の震度観測点および小・中・高等学校において、L 字アレイによる常時微動調査を 60 箇所にて実施した（図 1）。今回観測した微動アレイは、昨年度取得した既往の微動アレイの周期帯域（5～0.5 秒）よりも短周期側の情報取得を目的に、これまでの既往の微動アレイ観測結果と位相速度を接続できるように、対象周期 1 秒～0.1 秒程度の位相速度を得ることのできるサイズの微動アレイ観測を行った（図 2）。これらの観測は、H22/7/5～H22/8/6 にかけて行い、これまでに対象となる全ての観測点の微動記録を取得した。
- ② 調査した結果（測定生データ、現場写真、解析した H/V スペクトル比、地震計が設置されている位置座標等）をデータベースに納め、既存の地盤情報（地盤モデル・柱状図）と比較できるようデータを整理した。

③ 観測結果の位相速度を求め、逆解析時の地盤モデルの拘束条件（図3）に従い、最小二乗法により千葉県による地盤モデルを修正した（図4-1、図4-2）。現在、H19年度に実施した震度観測点で観測した単点による微動観測結果のH/Vスペクトル比と既往の地盤構造モデル（大大特モデル）<sup>1)</sup>を比較し、情報の整理を行っている（図5）。

### 3. 今後の予定

観測記録と解析結果を整理し、既往の地下構造モデルの修正を行い、地震観測記録における0.1～10秒程度の周期帯域を再現することのできる、浅部・深部統合地下構造モデルの構築を行い（図6）、既存の強震観測点にもとづく面的な地震動分布の推定精度の高度化について検討を行う。

### 4. 平成 23 年度の実施計画

平成 23 年度：面的地震動分布の推定精度向上のため、微動測定による観測点の設置環境調査、及び新規観測網と既存観測網のデータ併合処理システムの高度化を行う。

#### <参考文献>

1) 三宅弘恵，瀨瀬一起，古村孝志，稲垣賢亮，増田徹，翠川三郎：首都圏の強震動予測のための浅層地盤構造モデルの構築，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，214-217，2006.

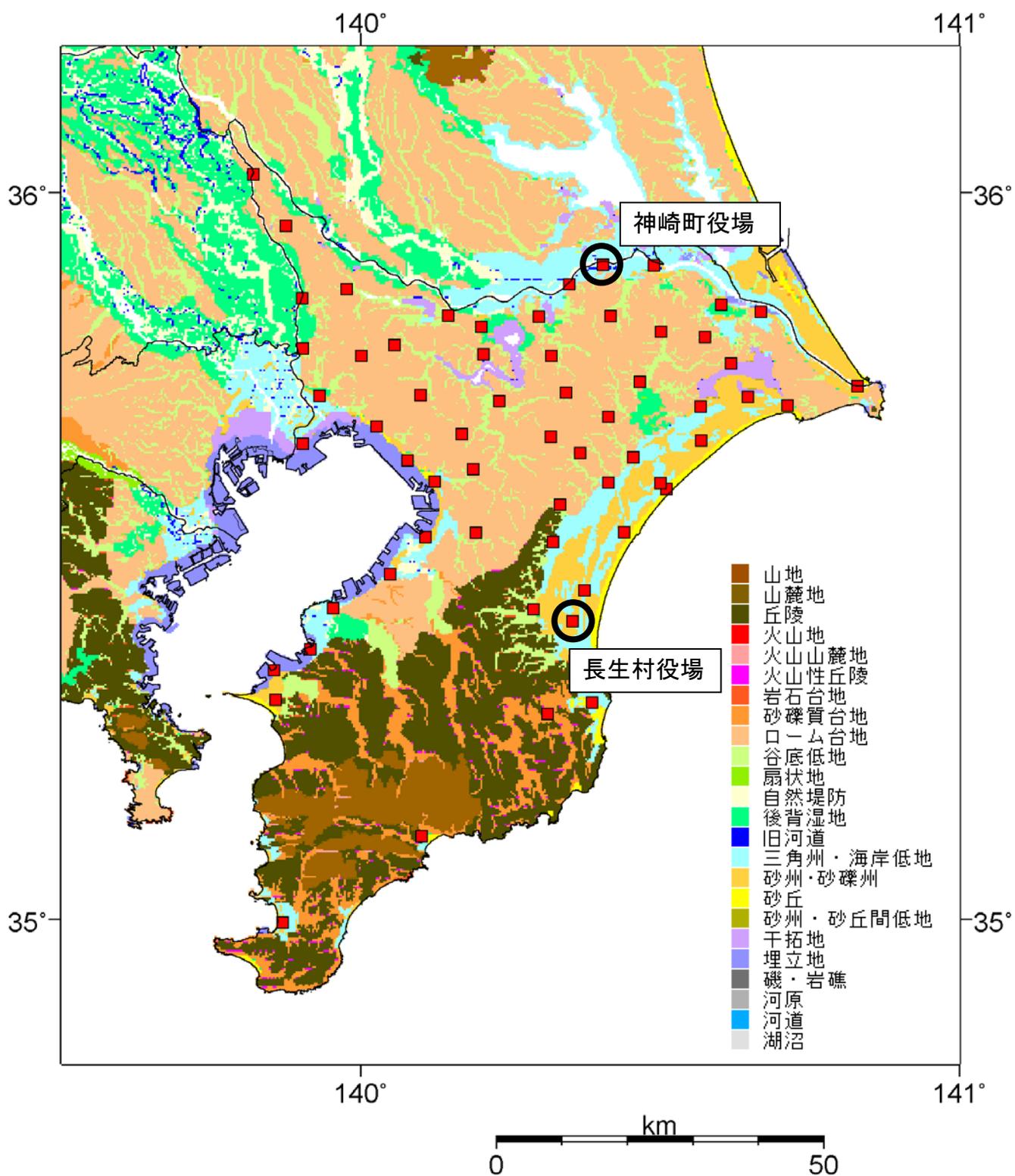


図1 千葉県の微動アレイ観測点位置(■:60地点)

< L字アレイ >

CHBA45 長生村役場



図2 本年度実施したL字アレイ観測点配置図(例:長生村)

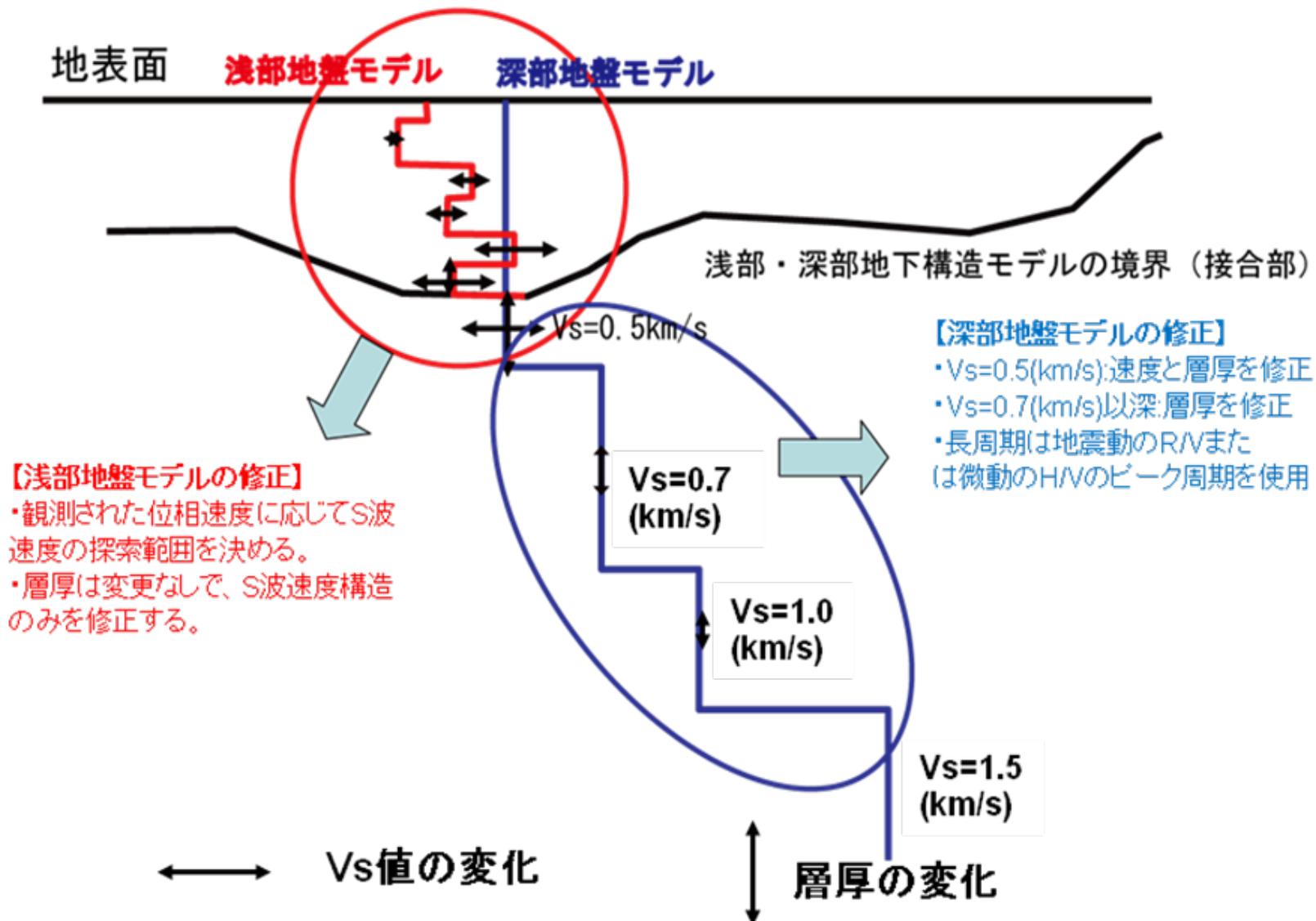


図3 初期地質モデル(既往モデル)と微動観測結果を用いた逆解析における地盤モデル拘束条件

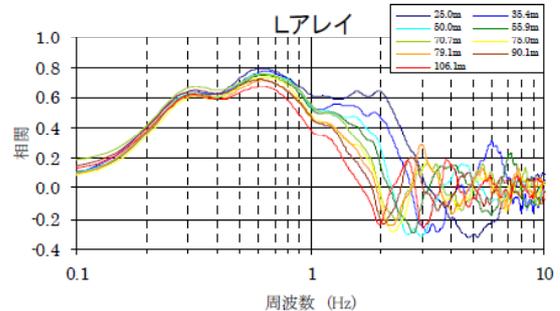
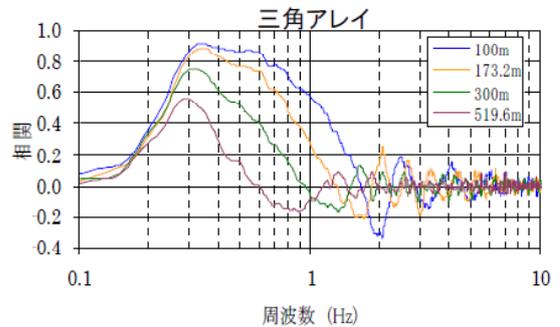
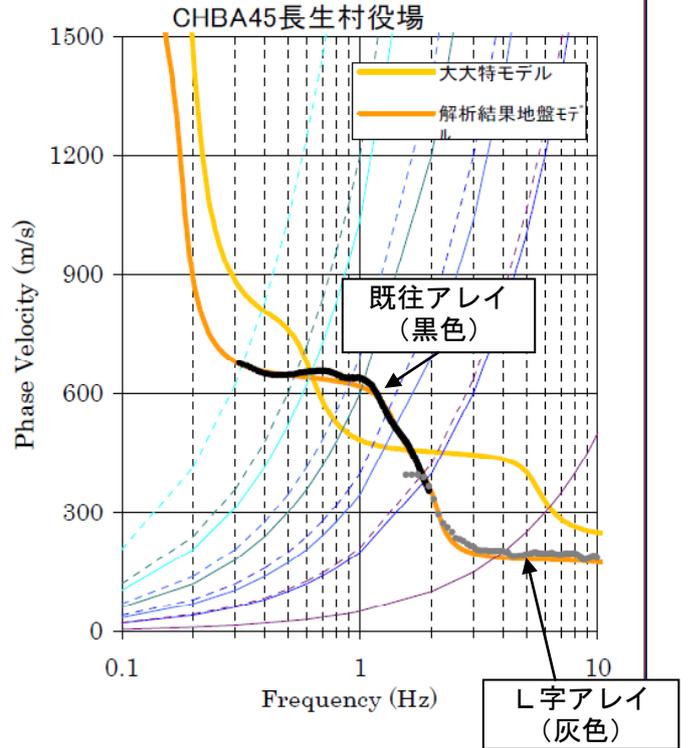
大大特モデル

下端深度 (m)	層厚 (m)	P波速度 (m/s)	S波速度 (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
1.9	1.9	1383	271	1.3
19.7	17.8	1264	248	1.9
354.1	334.4	1850	500	1.9
1728.9	1374.8	2350	900	2.15
3243.7	1514.8	3000	1500	2.3
—	—	5800	3300	2.7

解析結果地盤モデル  
CHBA45長生村役場

下端深度 (m)	層厚 (m)	P波速度 (m/s)	S波速度 (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
1.5	1.5	644	126	1.7
3.4	1.9	791	155	1.9
5.3	1.9	890	175	1.9
7.2	1.9	947	186	1.9
9.1	1.9	994	195	1.9
11	1.9	1033	203	1.9
12.9	1.9	1062	208	1.9
14.8	1.9	1071	210	1.9
16.7	1.9	1079	212	1.9
18.4	1.7	967	190	1.6
20.1	1.7	894	175	1.5
21.8	1.7	933	183	1.6
23.5	1.7	1041	204	1.6
25.2	1.7	1014	199	1.6
26.2	1	1183	232	1.9
47	20.8	1075	211	1.7
47	0	1800	500	1.9
1700	1653	2100	700	2
1700	0	2400	1000	2.1
3073.5	1373.5	3000	1500	2.2
—	—	5600	3000	2.5

■ : 解析の際、固定した部分



空間自己相関

図4-1 微動アレイ観測結果(長生村)

※大大特モデルから得られる位相速度(レイリー波基本モード)と  
本研究の微動観測による位相速度分散曲線から解析された結果との比較)

大大特モデル

下端深度 (m)	層厚 (m)	P波速度 (m/s)	S波速度 (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
1.4	1.4	731	143	1.7
2.6	1.2	645	126	1.3
11	8.4	456	90	1.4
14.3	3.3	622	122	1.4
15.8	1.4	667	131	1.4
16.9	1.1	841	165	1.5
18.1	1.3	1132	222	1.9
19.1	1	965	189	1.9
23.5	4.4	1553	305	1.9
42.2	18.7	1302	255	1.9
337.3	295.1	1850	500	1.9
767.2	429.9	2350	900	2.15
869.1	101.9	3000	1500	2.3
—	—	5800	3300	2.7

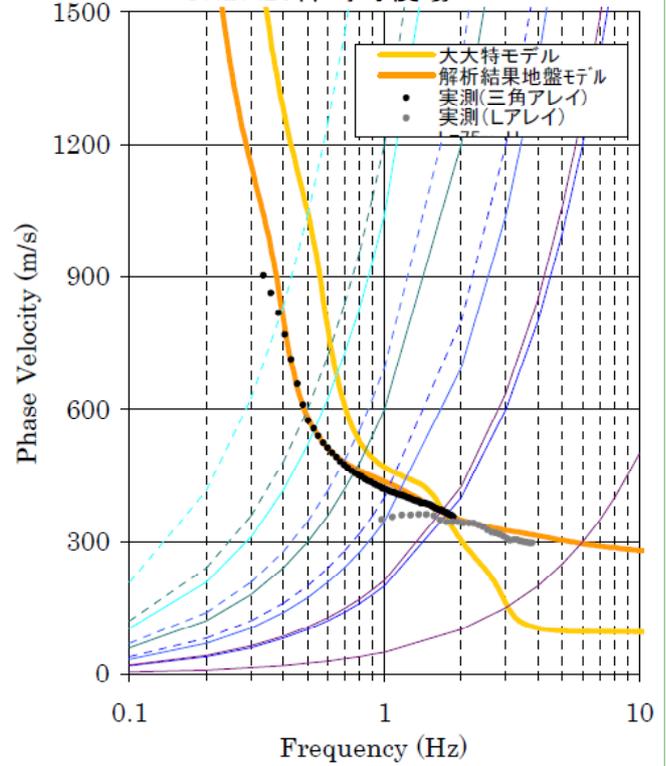
解析結果地盤モデル

CHBA26神崎町役場

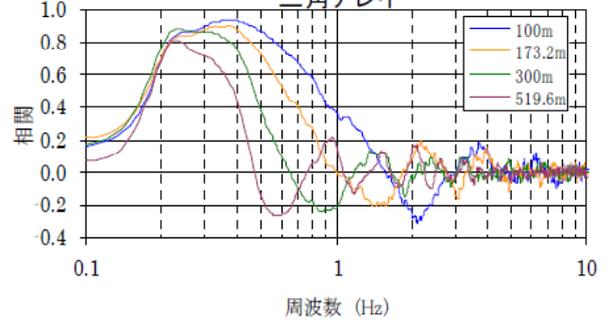
下端深度 (m)	層厚 (m)	P波速度 (m/s)	S波速度 (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
1.5	1.5	595	117	1.6
2.7	1.2	765	150	1.5
3.9	1.2	793	156	1.5
5.8	1.9	1450	284	1.9
7.8	2	1554	305	1.9
9.7	1.9	1510	296	1.9
11.7	2	1571	308	1.9
13.6	1.9	1604	315	1.9
15.6	2	1673	328	1.9
17.5	1.9	1714	336	1.9
19.5	2	1734	340	1.9
21.4	1.9	1703	334	1.9
23.2	1.8	1446	284	1.9
25	1.8	1364	267	1.8
26.8	1.8	1445	283	1.9
28.3	1.5	1761	345	1.9
29.8	1.5	1825	358	1.9
113.5	83.7	1851	363	1.9
426.7	313.3	1800	500	1.9
690.5	263.8	2100	700	2
975.8	285.3	2400	1000	2.1
1442.2	466.4	3000	1500	2.2
—	—	5600	3000	2.5

解析の際、固定した部分

CHBA26神崎町役場

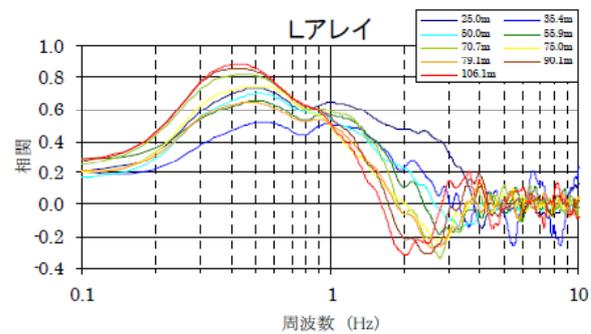


三角アレイ



周波数 (Hz)

Lアレイ



周波数 (Hz)

空間自己相関

図4-2 微動アレイ観測結果(神崎町)

※大大特モデルから得られる位相速度(レイリー波基本モード)と  
本研究の微動観測による位相速度分散曲線から解析された結果との比較



長生村役場



神崎町役場

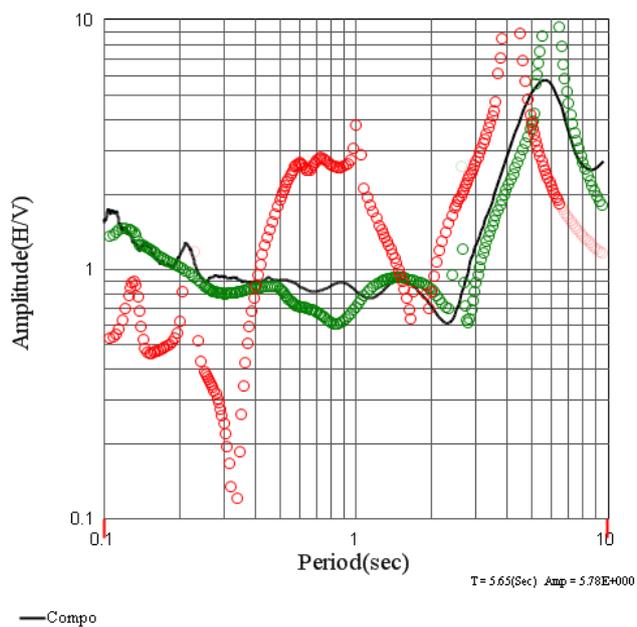
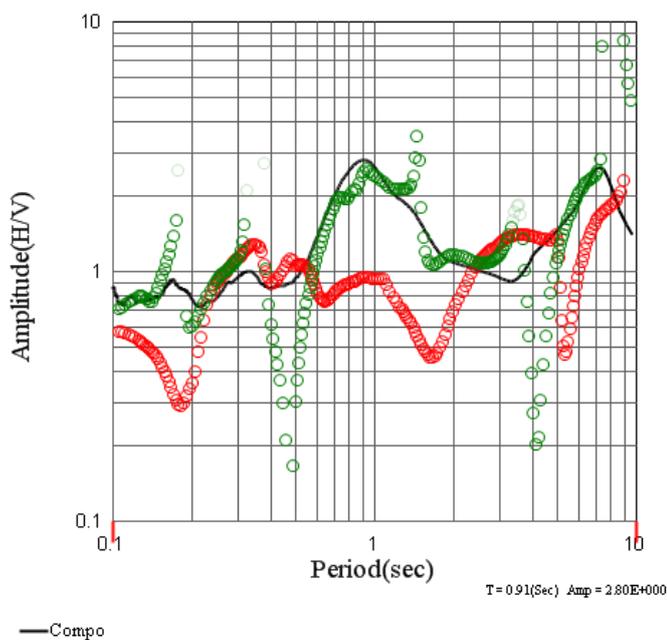


図5 長生村役場・神崎町役場の震度観測点における微動観測状況写真と、単点微動観測によるH/Vスペクトル比(黒線)と大大特のモデルによる理論H/Vスペクトル比(レイリー波4次モード合成:○)および、本研究によるチューニングされた地盤構造モデルから得られる理論H/Vスペクトル比(レイリー波4次モード合成:○)の比較

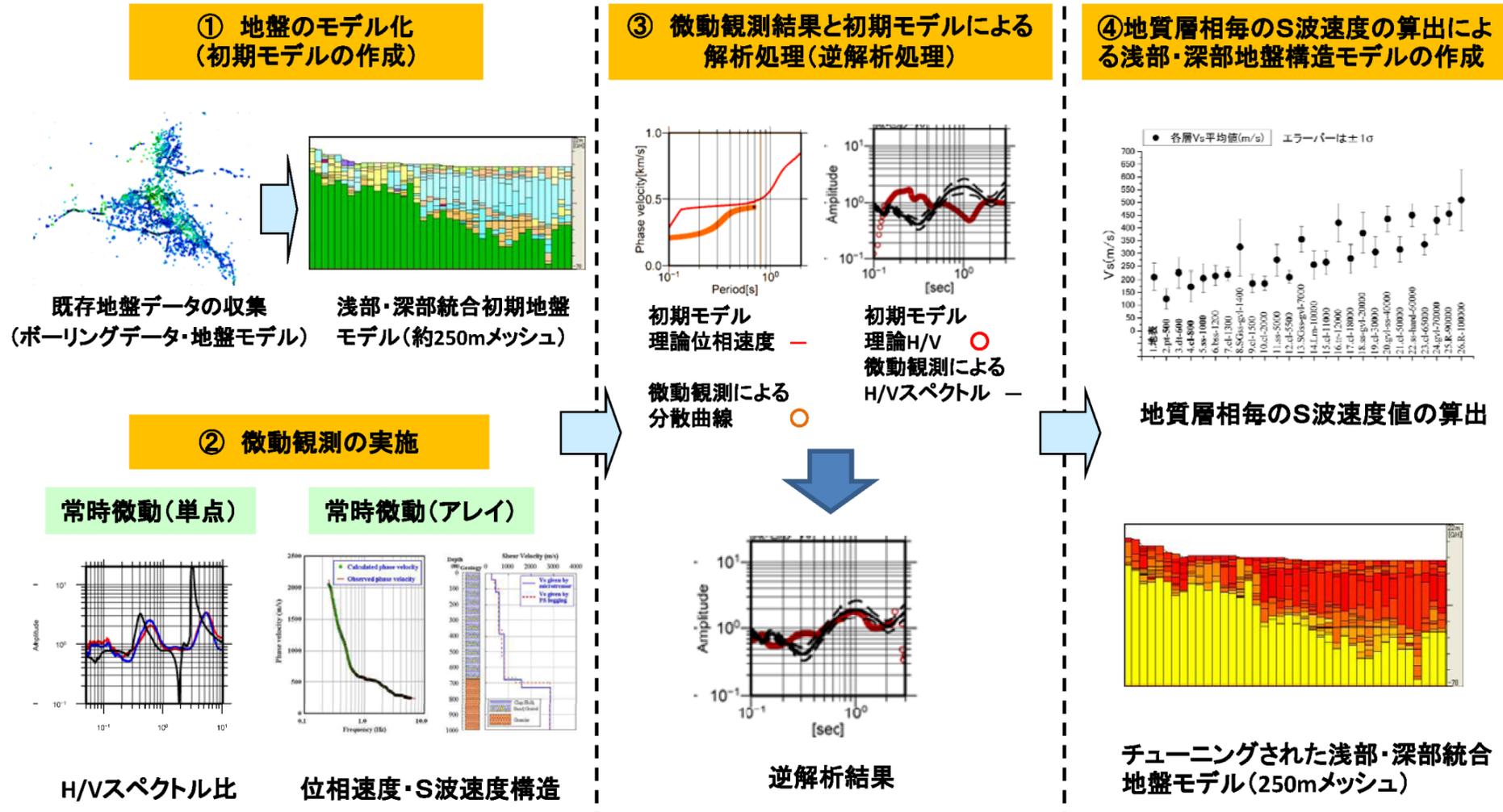


図6 地質モデルおよび微動観測結果をもちいた浅部・深部統合地盤構造モデル作成の概念図