

8) 大阪-鈴鹿測線地震探査断面の地学的解釈

a) 反射法大阪測線

大阪測線は大阪平野北部をほぼ南北に縦断する測線で、バイブロサイズによる発震によって堆積盆地の地下構造が明らかになった。今回の探査では、135kmに渡る測線での屈折法/広角反射法による観測が行われ、大阪平野の堆積盆地の基盤をなす岩盤も含めて、弾性波速度が明らかになった。反射法断面においては、基盤の上面はとくに周波数が低くかつ振幅が大きい反射波群によって識別することができる。こうした境界は、屈折法による速度構造モデルとも極めて調和的であった。また、こうして反射断面上で判断された基盤上面深度は、ボーリングによって明らかにされている実際の基盤深度とも良好な対応を見せている。深度断面図の西端に位置する此花地殻活動観測井での基盤深度は1565mであり、深度断面と調和する¹¹⁾。

反射法地震探査断面によると、測線が横切るすべての断層系近傍において、基盤の落差と大阪層群の変形を伴う地下構造が捉えられた。大阪測線の西部(図97)では、上町断層と枚方撓曲がそれに相当する。上町断層は東側隆起の断層であり、基盤岩の垂直変位は約1kmである。断層の低下側のイメージングが不明瞭なため断層の傾斜については、必ずしも明瞭ではない。図97では下盤側で卓越するほぼ水平な反射層の東限をもって、断層を推定した。こうした基準によると枚方撓曲周辺には、三条の断層が伏在していることが明らかとなった。最も西側の断層における基盤の垂直変位量は200m以下で、大阪層群中の西側急傾斜の非対称な形状の堆積層の変形から推定した。その東側の断層も同様に東側隆起を示し、垂直変位量は約250mであった。枚方撓曲の地下において最も東側に位置する伏在断層の基盤の垂直落差は約350mである。これらは隣接して集中的に位置することから判断して、一つの断層群に属するものと推定される。このように複雑な枚方撓曲の地下構造の実態が明らかにされたのは、今回の調査が初めてである¹²⁾。

反射法大阪測線の東部断面(図98)では、枚方撓曲の東方において交野断層がイメージングされている。交野断層の隆起側と低下側の基盤上面の位置は、屈折法による速度構造によって捉えられており、反射法によって明らかとなった地下構造と良好な一致を示している。屈折法による速度構造モデル(図80)では、P波速度が大阪層群は V_p 2.7 km/s から1.6 km/s であり、基盤岩上部は5.4km/sとなる。

b) 反射法鈴鹿測線

反射法鈴鹿測線も反射法大阪測線と同様、先新第三系の基盤岩を鮮新・更新統の東海層群が覆って堆積平野が構成されている様子が明瞭に描きだされている(図99)。東海層群は、連続性の良好な反射層に富む層として認識され、基盤岩との境界部には振幅の大きい低周波の反射波が卓越し良好なマーカーとなっている。東海層群は西方に向かうにつれ反射層が不明瞭になるが、これは東海層群内部の側方変化によって、地層内の音響インピーダンス比が低下しているからではないかと推定される。反射面のパターンから推定する地下構造と、屈折法地震探査によって求められた速度構造(図83)は、おおむね一致している。堆積盆地を充填する堆積層は、P波速度が3.6 km/s から1.7km/s と推定され、同時代である大阪平野の堆積層(大阪層群)と比較すると、最下部の速度が有意に大きい。東海層群と基盤上面との間に中部中新統が盆地最下部に分布している可能性があるが、反射層

のパターンからは盆地堆積層内にある東海層群最下部において、不整合を示唆するような構造変化は見られない。

測線内での構造変化が明瞭に識別できるのが、測線東部に位置する西側隆起の堆積層の変形である。この変形は新第三系の基盤岩の上面に約 350m の垂直変位を生じており、四日市撓曲の南方延長に対応している。この撓曲による変位が鈴鹿市まで伸びていることを明瞭に示したのは、今回の探査結果が初めてである。その他、測線中央部、四日市撓曲の西方には、RP5300 付近で西側隆起の撓曲が存在する可能性があるが、推定される垂直変位量は 200m 以下という小さなものである。さらに、鈴鹿山地東縁断層帯の延長と推定される構造は、基盤の落差を伴っておらず、地層の傾斜が変わるだけの構造であった。そのため、この断層の位置に関しては、先第三系上面の傾斜角度の変換点に推定した。断層の形状については不明瞭である。

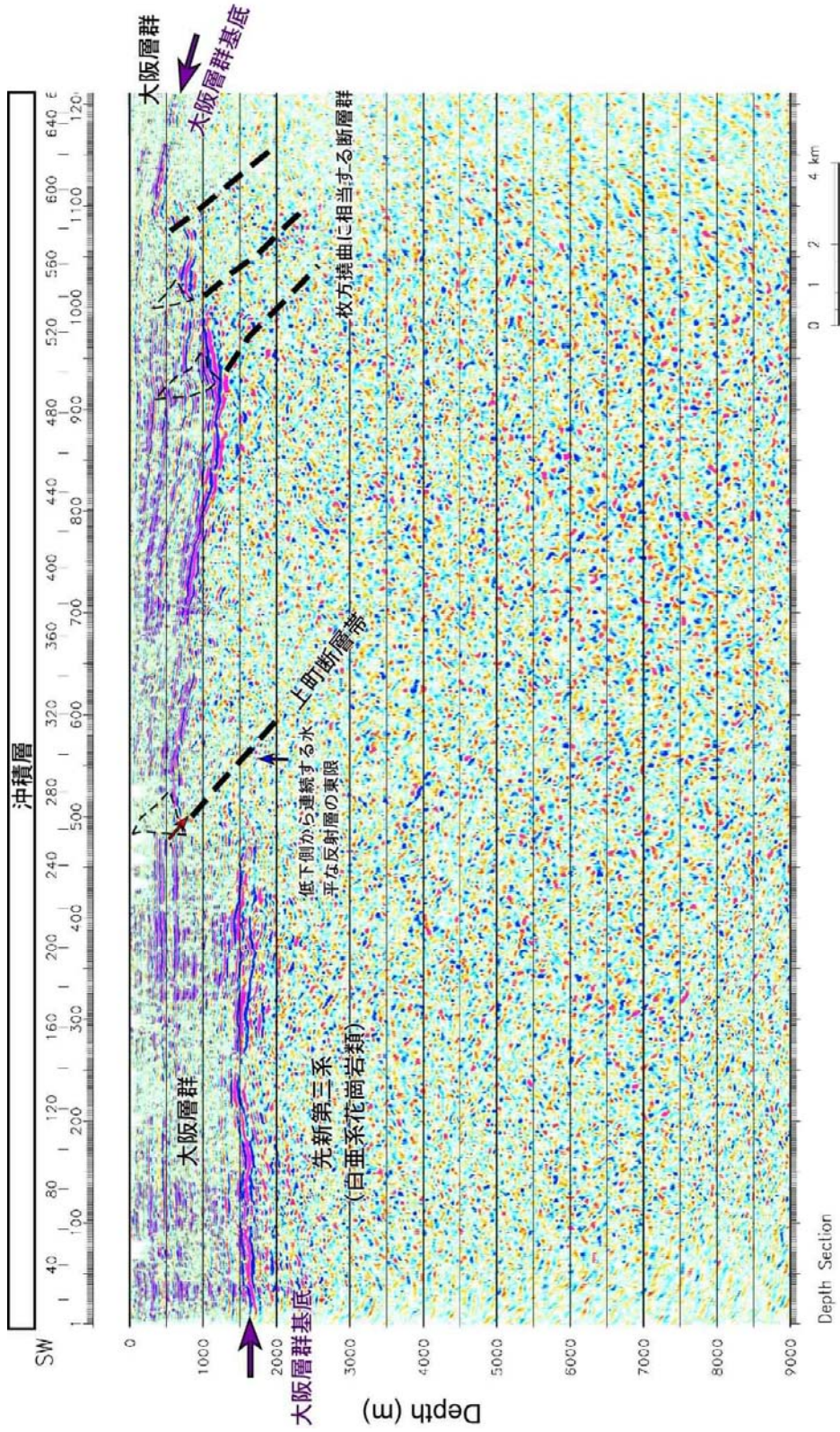


図 97 反射法大阪測線西部の深度変換断面と地質学的解釈。
 図の上の横棒は地表地質を示す。

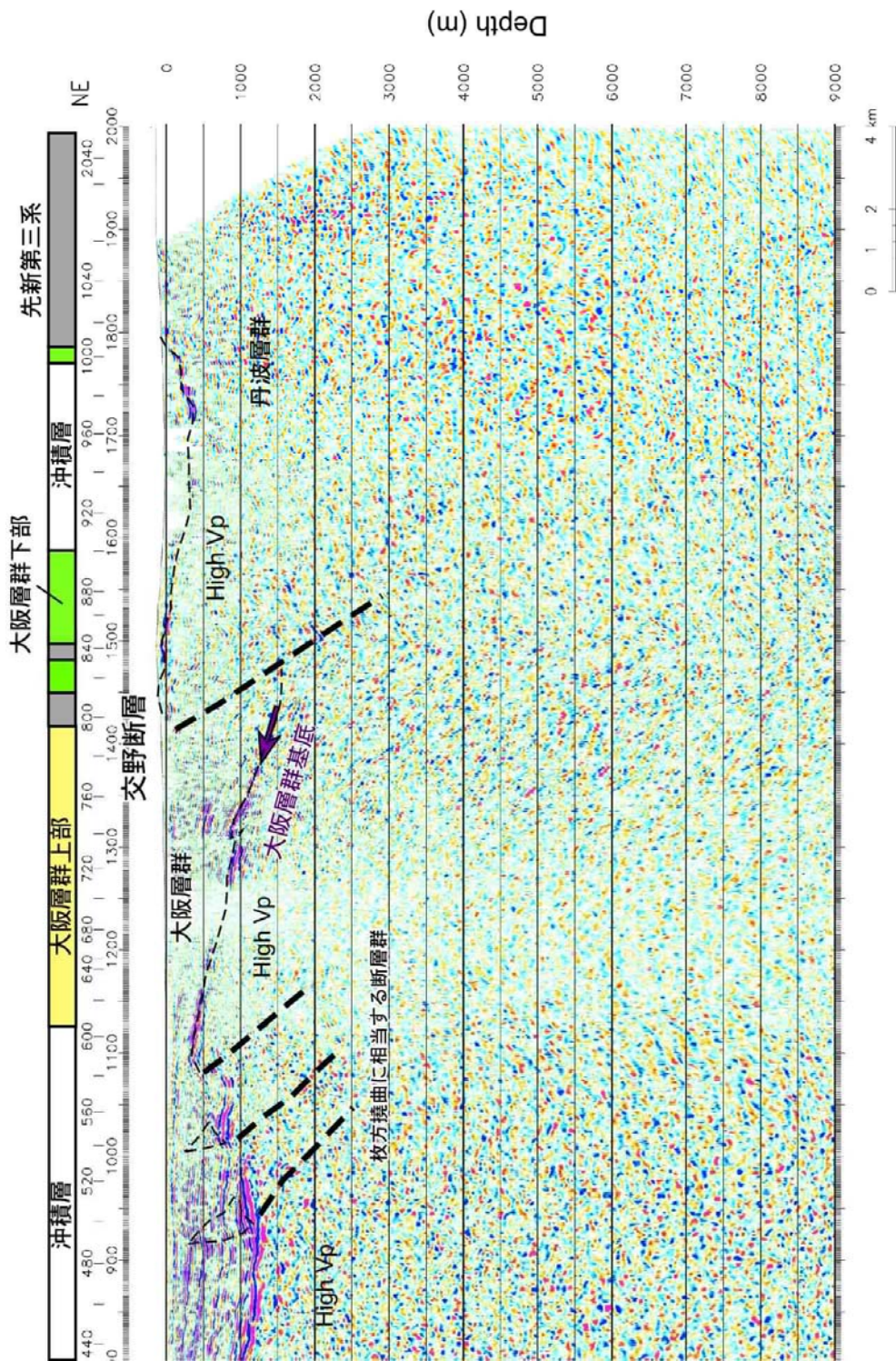


図 98 反射法大阪測線東部の深度変換断面と地質学的解釈。
 図の上の横棒は地表地質を示す。

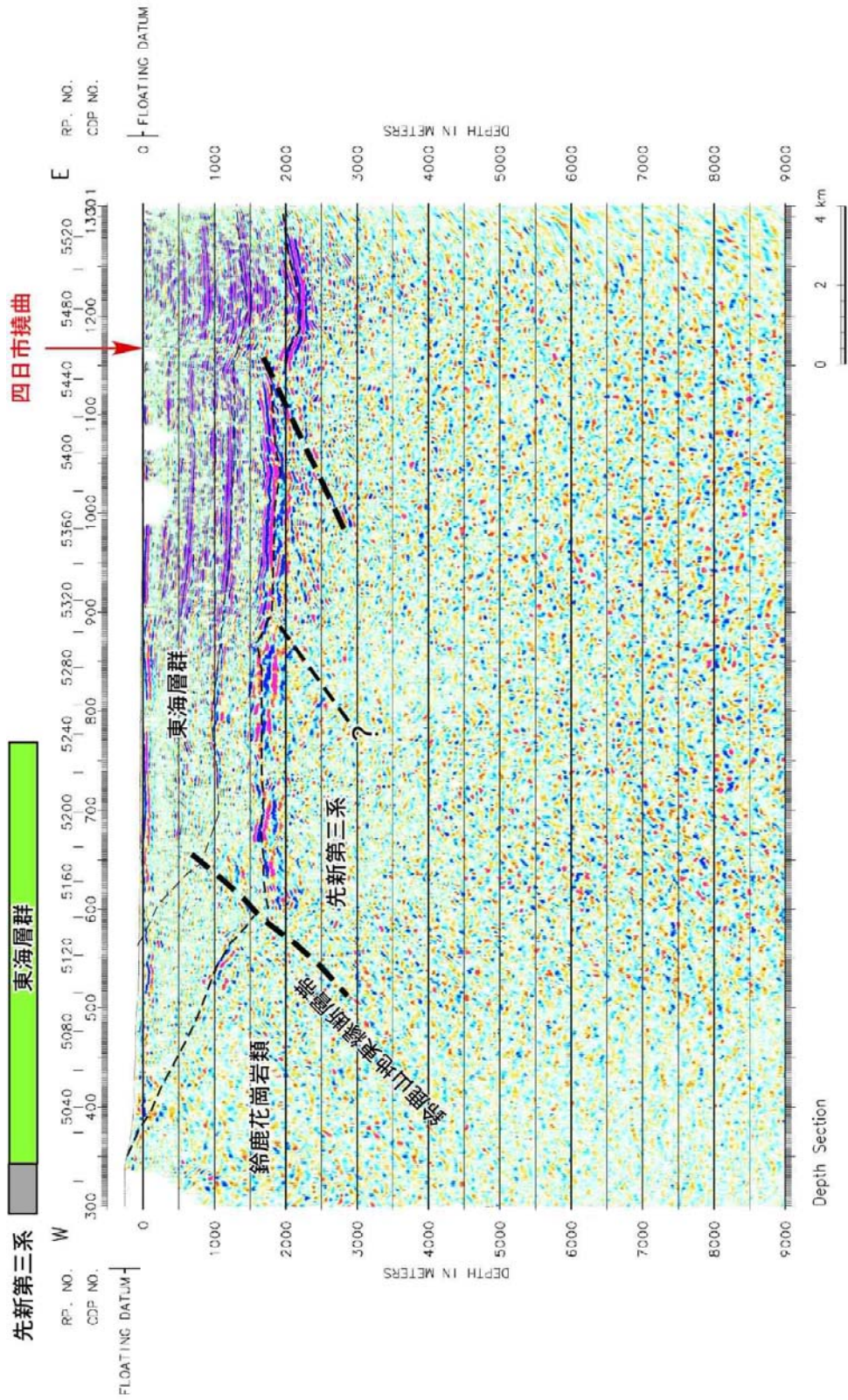


図 99 反射法鈴鹿測線の深度変換断面と地質学的解釈。
 図の上の横棒は地表地質を示す。

c) 伊賀反射測線

伊賀反射測線は、主測線とほぼ平行に延びる木津川断層の形状を明らかにするために、主測線と直交する方向に設定した測線である。木津川断層の断層交跡の南側にはほぼ水平な連続性のよい反射層が分布し、地表地質から古琵琶湖層群に相当すると判断される。やや振幅の大きい反射層が連続性のよい反射波群の基底部に分布することから、この層準が基盤の花崗岩類の上面と判断した。古琵琶湖層群は、断層交跡よりも地下では北に張り出して楔状に分布することから、木津川断層は北に傾斜した断層であると判断される。さらに図 100 の赤い矢印で示したように、微弱ながら北に傾斜した反射層が反射波のパターンから推定した断層の延長上に存在することから、これらの北傾斜の反射層は断層の地下延長を示しているものと推定される。

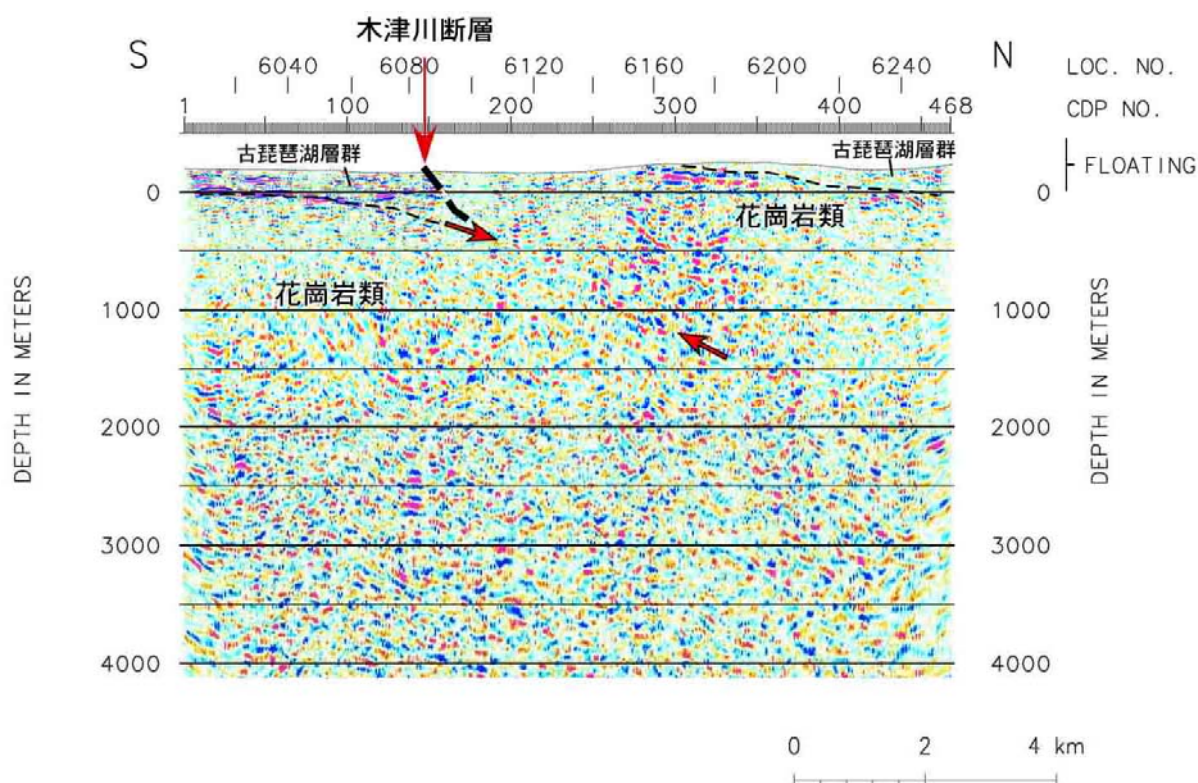


図 100 反射法伊賀測線の深度変換断面と地質学的解釈。

d) 甲賀低重合測線

甲賀低重合測線は、大阪平野と伊勢平野に挟まれた山地と丘陵を東西に横切る測線である。図の深度断面には、いくつかの地殻深部からの反射波群が得られている。ひとつは、深度 16km においてほぼ低重合測線全域にわたって分布するほぼ水平な反射層である。図 101 の青い矢印で示した。これより深い下部地殻からも断続的に微弱な水平反射層が分布する。もう一つが、図 101 において赤い矢印で示した傾斜した地殻上部の反射層である。これは測線の両端のものが顕著で測線東部のものは、深さ 7km から西傾斜で 12km 程度まで追跡され、さらに傾斜を減じて深さ 16km 程度のほぼ水平な反射層に収れんするようである。西部の東傾斜の反射層は、地下 11km 付近からイメージングされ、東傾斜で地下 15km 付近まで追跡される。この反射層も 16km 付近のほぼ水平な反射層に向かうにつれて反射

面の傾斜がゆるくなってきている。

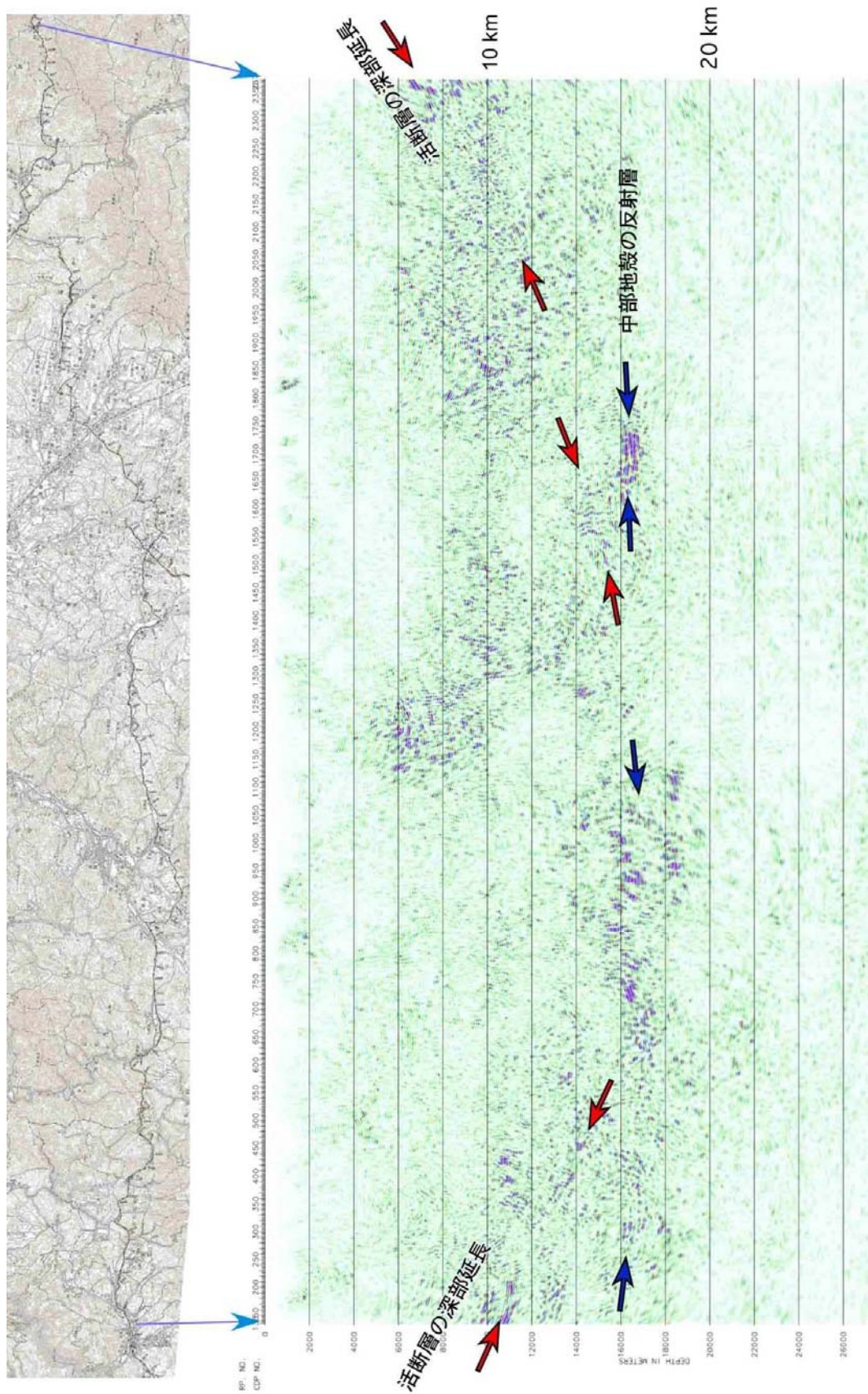


図 101 甲賀低重合測線の深度変換断面と地学的解釈。

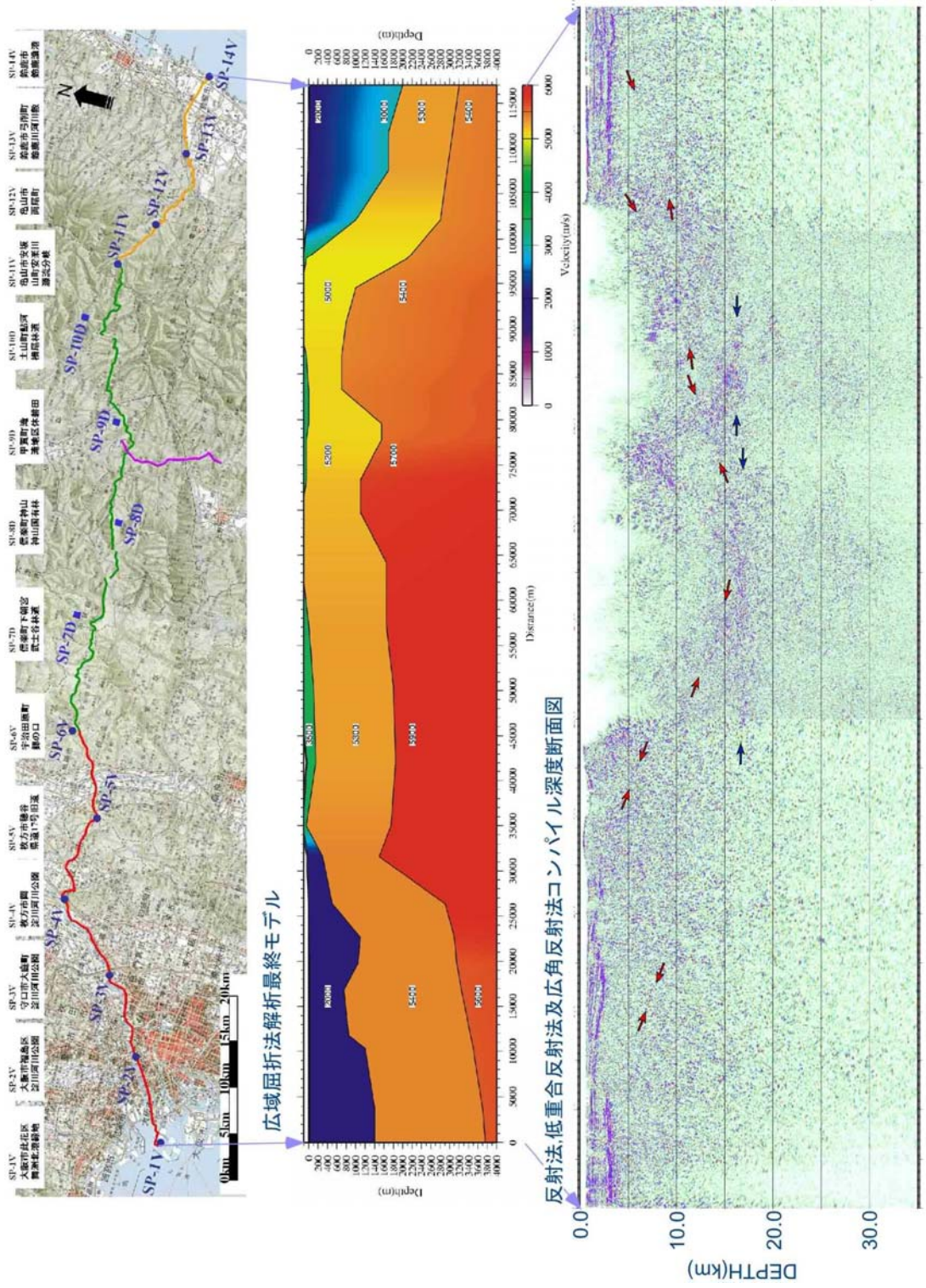


図 102 屈折法による広域速度構造と反射法・低重合法および
 広角反射法コンパイル深度変換断面とその地学的解釈

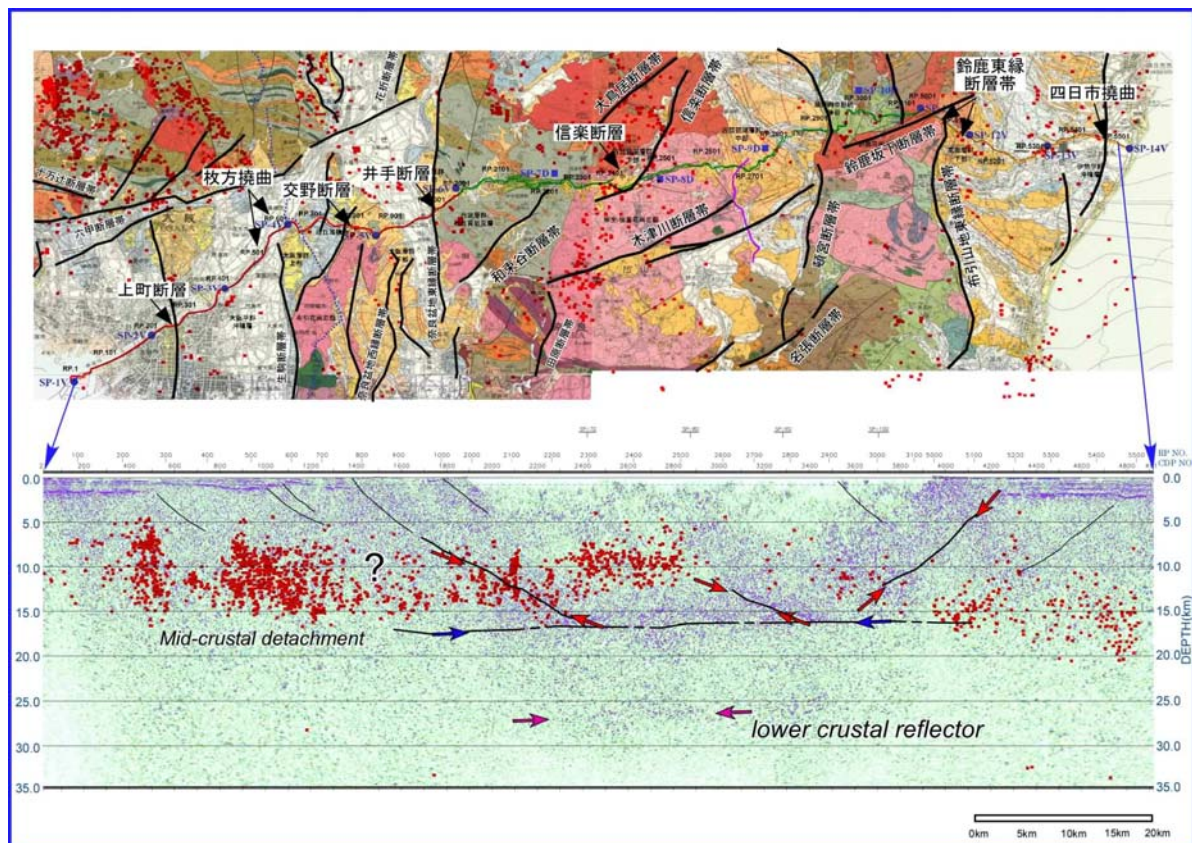


図 103 反射法・低重合法および広角反射法コンパイル統合深度断面の暫定的解釈
赤い点は、気象庁の一元化震源による震源データ。

e) 大阪-鈴鹿統合反射断面の地学的解釈

反射法・低重合法および広角反射法による深度断面をコンパイルし、大阪-鈴鹿測線における統合深度断面を作成した。この図によって、これまで述べてきた反射法大阪測線や鈴鹿測線でイメージされた断層と、甲賀低重合反射断面中に見られた深部反射面との関係が理解できる。図 102 では、連続性のよい反射波群の始点と終点を矢印で示した。青矢印は近畿地方の地震発生領域下限である地殻中部のデタッチメント深度にほぼ対応する。赤矢印は活断層深部延長ではないかと思われる。図 103 では、赤矢印で反射層が認められた線を外挿して、地表近傍との断層との関係を推定した。鈴鹿山地東縁断層については、甲賀低重合断面で得られていた反射層が地殻上部までほぼ連続的に追跡できる。また、交野断層についても、甲賀低重合測線西端で見られた反射層と連続する可能性が大きい。特に、上町断層の深部延長については、明瞭な反射層に乏しく下方への追跡には困難が伴う。今後、堆積層の変動が再現できるかどうかという幾何学的モデルの検討を加えつつ断層に由来する反射層を再検討し、断層の深部延長の形状を明らかにしていく必要がある。

(f) 結論ならびに今後の課題

近畿圏を東西に横断した大阪-鈴鹿地殻構造探査の目的は、まず第 1 に、堆積平野を形成する基盤の形状と速度構造を明らかにすること、第 2 に、活断層の深部形状と連結性を明らかにすることであった。第 1 の目的については、主としてバイプロサイズを利用した大

エネルギーを地下に投射することによって、明瞭に堆積平野の基盤上面の形状を明らかにすることができたと考えている。また、展開長の大きな屈折法によって、堆積平野の基盤も含んだ詳細な速度構造を明らかにすることができた。第2の目的については、地殻中部のデタッチメントに相当すると推定される反射面が地下 16km 付近に捉えられ、活断層の深部に相当する傾斜した反射面が深くなるにつれて傾斜を緩くし、デタッチメントに修練するであろうことが判明した。現在のところは地殻上部（基盤内部）での断層のイメージングが不十分なため、地殻中部の傾斜した反射面まで断層を明瞭に追跡することは困難である。しかし、堆積層中に記録されている断層の変位量などを明らかにしつつ、得られた反射面を拘束条件として、今後、断層の深部形状のモデリングをおこなっていくことが重要であろう。今回の探査は、こうした今後の解析に耐えうる貴重な基礎的データであろう。

(g) 引用文献

- 1) 市原 実編著：大阪層群，創元社，340p，1993.
- 2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：上町断層帯の長期評価について，地震調査研究推進本部，2004.
- 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：生駒断層帯の評価，地震調査研究推進本部，2001.
- 4) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：京都盆地-奈良盆地断層帯南部（奈良盆地東縁断層帯）の評価，地震調査研究推進本部，2001(2005 一部変更).
- 5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：木津川断層帯の長期評価について，地震調査研究推進本部，2004.
- 6) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：鈴鹿東縁断層帯の評価（一部改訂），地震調査研究推進本部，2005.
- 7) 三重県：平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金 「伊勢平野に関する地下構造調査」成果報告書，pp. 105, 2004.
- 8) 山本明彦，志知龍一編：日本列島重力アトラス西南日本および中央日本，pp.136，東京大学出版会，2004.
- 9) 河田清雄，宮村 学：1:200,000 地質図（京都及び大阪），地質図，1:200,000,NI-53-14，地質調査所，1986.
- 10) 山田直利，宮村 学，吉田史郎，近藤善教，須田芳朗：20 万分の 1 地質図「名古屋」（第 2 版），地質図，1:200,000，NI-53-8,1 sheet，地質調査所，1981.
- 11) 建設省：科技庁舞洲地殻活動観測井さく井工事報告書，1997.
- 12) 大阪府：平成 14 年度 地震関係基礎調査交付金 「大阪平野の地下構造調査」成果報告書，pp. 99, 2003.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 論文発表
なし
- 2) 口頭発表、その他

発表者	題名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
佐藤比呂志・平田直・岩崎貴哉・瀨瀨一起・伊藤谷生・笠原敬司・伊藤 潔・河村知徳・井川 猛・川中卓・阿部 進	大都市圏地殻構造調査・関東山地東縁地殻構造探査について	地球惑星科学関連学会合同大会、幕張	平成16年 5月12日
H. Sato, N. Hirata, T. Iwasaki, K. Koketsu, T. Ito, K. Kasahara, K. Ito, T. Ikawa, T. Kawanaka, M. Onishi, S. Abe, H. Saito, D. Okaya, T. Kawamura, S. Harder, K. Miller	Deep seismic profiling in the Tokyo metropolitan area for strong ground motion prediction	International Workshop on Strong ground motion prediction and earthquake tectonics in urban areas.	平成16年 6月22日
H. Sato, N. Hirata, T. Iwasaki, K. Koketsu, T. Ito, K. Kasahara, K. Ito, T. Ikawa, T. Kawanaka, M. Onishi, S. Abe, D. Okaya, S. Harder	Deep seismic profiling in the greater Tokyo metropolitan area for strong ground motion prediction	32th International Geological Congress	平成16年 8月27日
佐藤比呂志・平田直・岩崎貴哉・瀨瀨一起・伊藤谷生・笠原敬司・伊藤 潔・井川 猛・大西正純・川中卓・阿部 進・斉藤秀雄	大深度地震探査による関東地震発生域の地殻構造	日本地質学会 第111年学術大会	平成16年 9月20日
H. Sato, N. Hirata, T. Iwasaki, K. Koketsu, D. Okaya, T. Ito, T. Ikawa, K. S. Abe, T. Kawanaka, Kasahara, K. S. Harder	Imaging of the earthquake source fault beneath the Tokyo metropolitan region by deep seismic profiling	11th International Symposium of Deep seismic profiling of the continents and their margins	平成16年 9月27日
佐藤比呂志・平田直・瀨瀨一起・岩崎貴哉・小林 励司・D.Okaya・笠原敬司・	関東地域におけるフィリピン海プレート上面の形状と反射特性	2004年日本地震学会秋季大会	平成16年 10月10日

松原 誠・伊藤谷生・ 伊藤 潔・井川 猛・ 川中 卓・阿部 進			
---------------------------------------	--	--	--

(g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 17 年度業務計画案

大阪-鈴鹿測線の地殻構造探査で得られた地殻中部までの深度断面については、自然地震を用いた速度構造データとも対比させ、より精度の高い反射層のマッピングを行うとともに、地表変形のデータと地殻中上部の反射波のパターンを満たす断層モデルを検討し、最も妥当な断層モデルを構築する。

平成 17 年度に実施する首都圏での地殻構造探査については、3.1.1 を参照されたい。