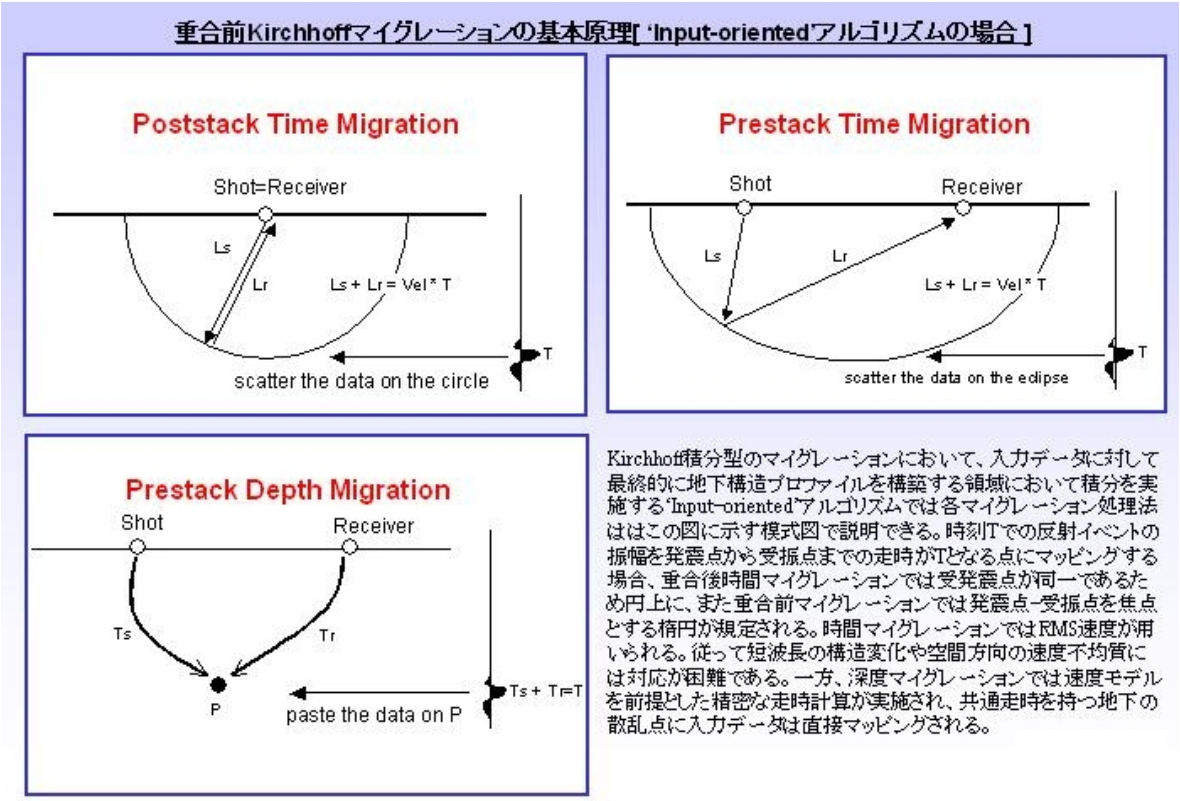


図６　重合前キルヒホッフマイグレーションの基本原理

図６に重合後及び重合前マイグレーションのアルゴリズムについて、模式図を示した。重合後マイグレーションの場合には、'Exploding Reflector'モデルで受振点及び発震点は同一の地表上の位置が仮定され、時刻 T において取得されたデータは、共通する発震点及び受振点位置を中心とする円上に反射波振幅がマッピングされる。一方、重合前マイグレーションを考えた場合、時間マイグレーションでは発震点-受振点を焦点とする楕円上に反射波振幅がマッピングされ、想定される速度構造は RMS 速度が用いられる。これは、地下のイメージング点と発震点及び受振点間で直線波線が想定されることと等価である。また、深度マイグレーションでは、予め速度構造モデルを仮定し、波動伝播を計算するため、速度構造の変化に柔軟に対応することができる。逆断層及び岩塩構造の様な速度不均質が高い場合においても、正しい速度モデルを前提とするならば、分解能の高い地震記録を得ることが可能である。図６に示す様にイメージングされる点から受振点及び発震点までは、仮定した速度構造をもとに厳密な波線追跡あるいは差分法によって走時計算がなされ、時刻 T における反射波振幅は、その走時を与える地下のイメージング点にマッピングされることになる。キルヒホッフ型マイグレーションでは、発震点または受振点からの走時計算が大切な役割を果たす。速度モデルに対する走時計算の手法は、差分法による手法と波線を追跡していく手法の二種類に大別できる。差分法で走時を計算する手法は比較的短時間で計算でき、また全ての格子点で走時を求めることができる、などの利点がある。しかし速度の境界面では速度の速い層を伝播する屈折波が発生し、マイグレーションで必要な反射走時が求まらなくなるという問題がある。これに対し波線追跡法は計算に時間がかかるが精度は高い。初動走時の求まらない領域、いわゆる'shadow zone'が発生するという問題

点があるが、通常何らかの内挿操作により走時を近似計算する。最近では、波線密度をある範囲に保つように生成消滅させながら波線を計算し、隣り合う三本の波線より波面を構成することで、'shadow zone'を作らない手法が開発されている。今回の解析では、前節で述べた大阪－鈴鹿測線との統一パラメータによる再解析における事前処理を適用した発震記録に対して、重合前時間マイグレーション及び重合前深度マイグレーションを適用した。以下に、その内容を記述する。

a) 重合前時間マイグレーション

重合前時間マイグレーションの適用に関わる速度解析及びイメージングについて、下記のパラメータを適用した。

i)重合前時間マイグレーション速度解析(Prestack Time-Migration Velocity Analysis)

以下に示す様な重合前時間マイグレーションよる速度解析を実施した。このマイグレーション速度解析では各スキャン速度による重合前マイグレーションが実施され、速度解析点におけるイメージング結果のみが抽出され、スキャンパネルが構築された。図７(ａ)、(ｂ)に重合速度解析結果と重合前時間マイグレーション速度解析結果の比較図面を、図８(ａ)、(ｂ)に両者の速度プロファイルに関する比較図面を示す。マイグレーション速度解析の適用によって速度推定精度が向上し、かつ有馬-高槻構造線及び交野断層近傍における短波長の速度変化の抽出に効果があったことが確認できる。

解析点間隔 250m

解析速度数.....48(1500 – 7000 m/sec)

ii)キルヒホッフ積分型重合前時間マイグレーション

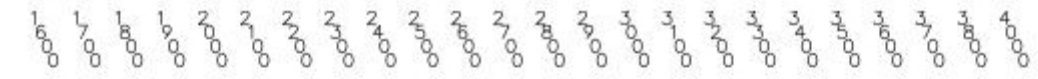
(Geometry-oriented Prestack Kirchhoff Time Migration)

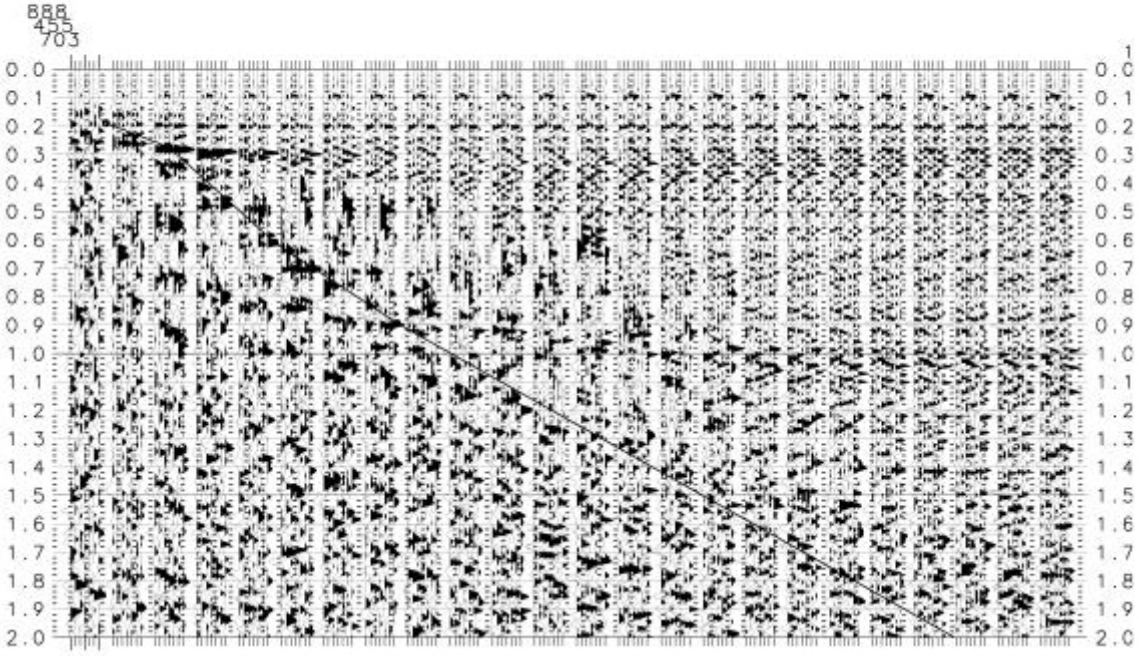
発震記録において、上記の重合前時間マイグレーション速度解析の結果得られた速度構造を前提として、反射点位置を実際の位置に移動させ、回折波を回折点に復元することを目的として、キルヒホッフ型時間マイグレーションを適用した。この手法では、重合測線に沿った標高変化と測線の屈曲への対応が可能である。以下に適用パラメータを示す。

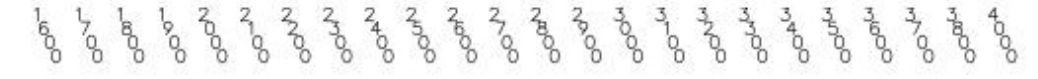
最大アパチャー距離..... 5 km

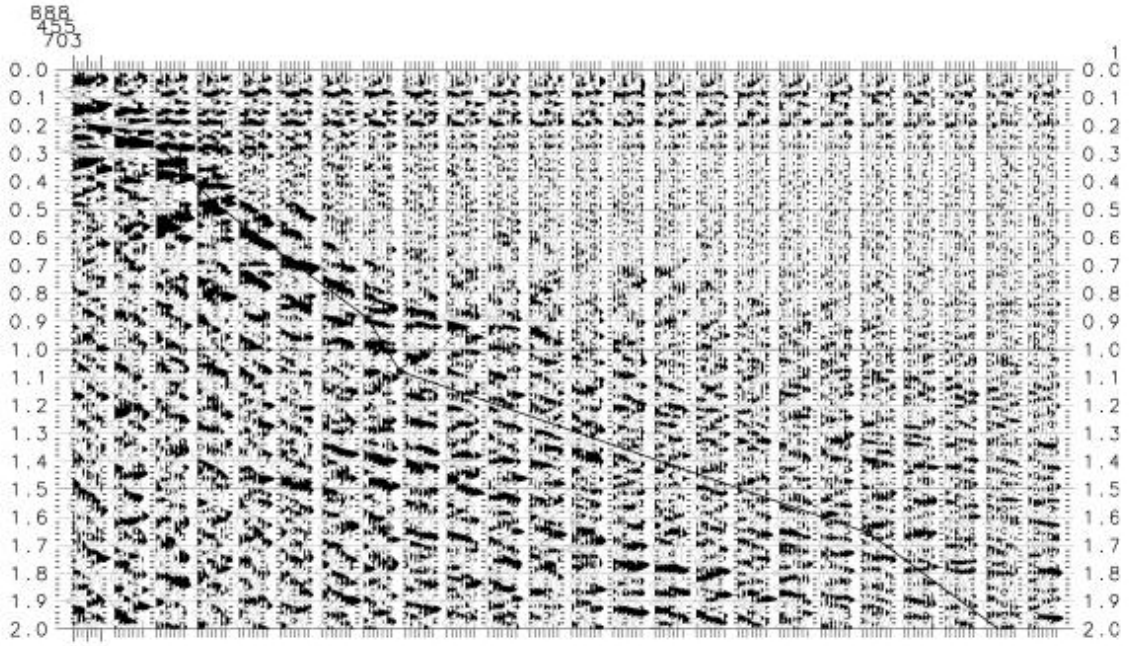
最大傾斜角度..... 70 度

以上の処理ステップを逐次経ることによって、図９に示す重合前時間マイグレーション断面図が得られた。また、図 10(a)に前回の解析結果である重合後マイグレーションを適用した深度断面図を、図 10(b)に今回の重合前時間マイグレーションを適用した深度断面図を示す。


1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
3100
3200
3300
3400
3500
3600
3700
3800
4000


888
455
703
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2.0


1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
3100
3200
3300
3400
3500
3600
3700
3800
4000


888
455
703
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2.0

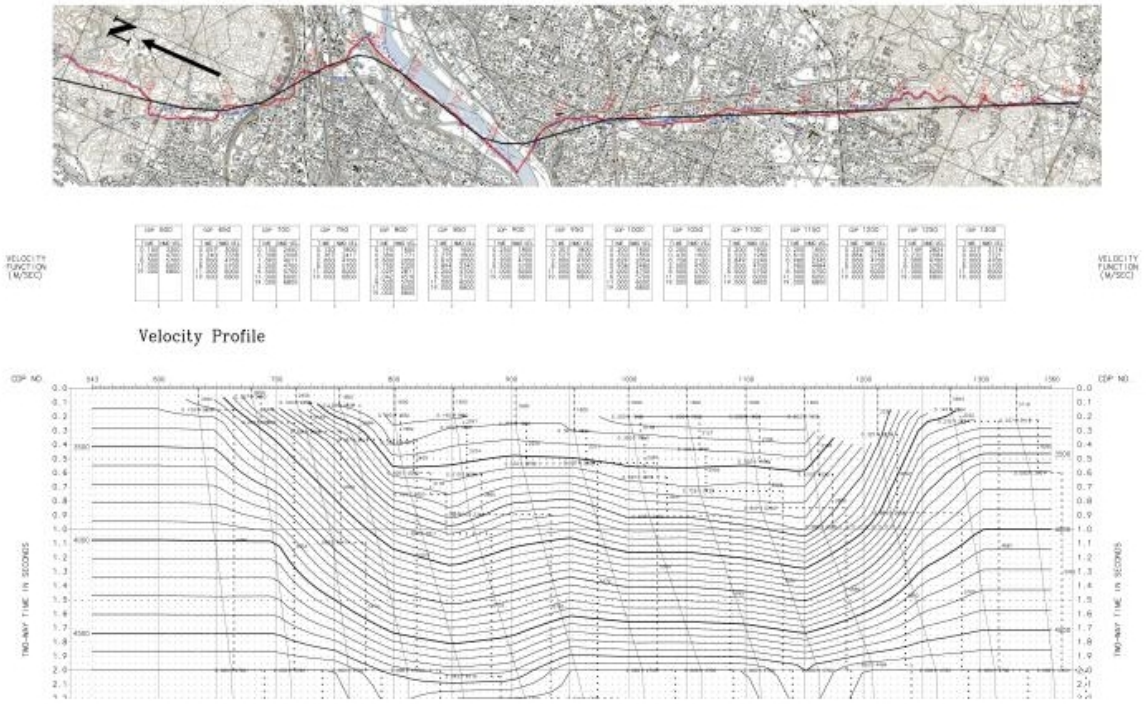


図８(ａ)　生駒－高槻反射法データ速度プロファイル比較結果　重合速度解析

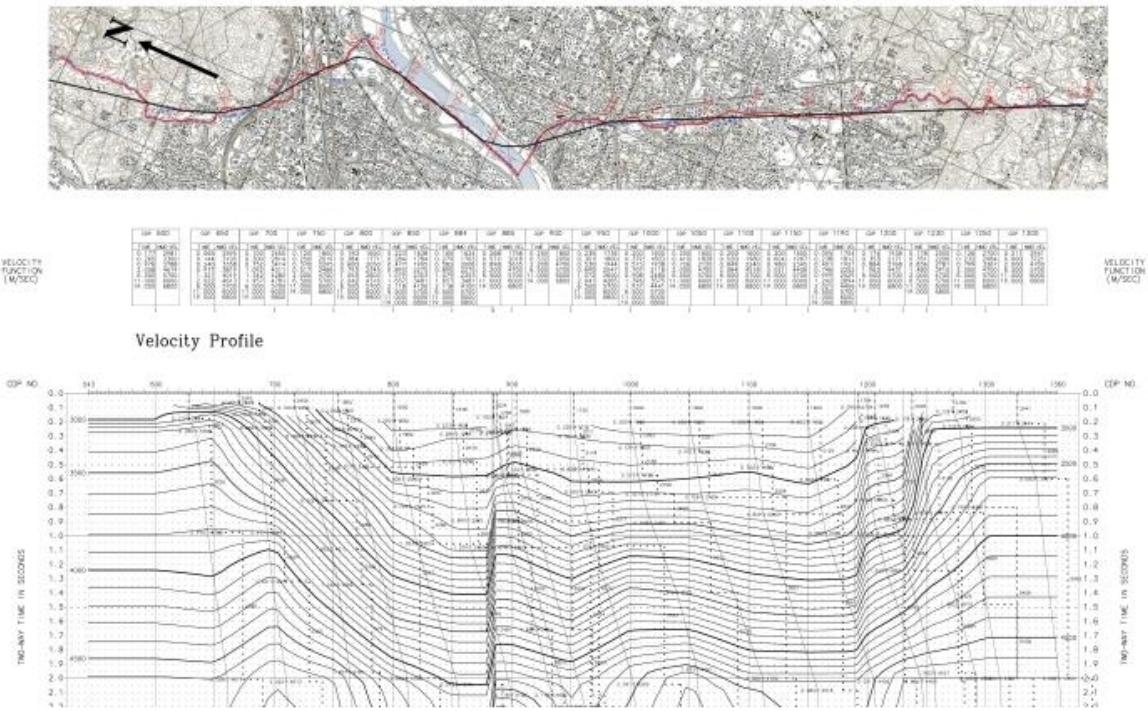


図８(ｂ)　生駒－高槻反射法データ速度プロファイル比較結果　時間マイグレーション速度解析

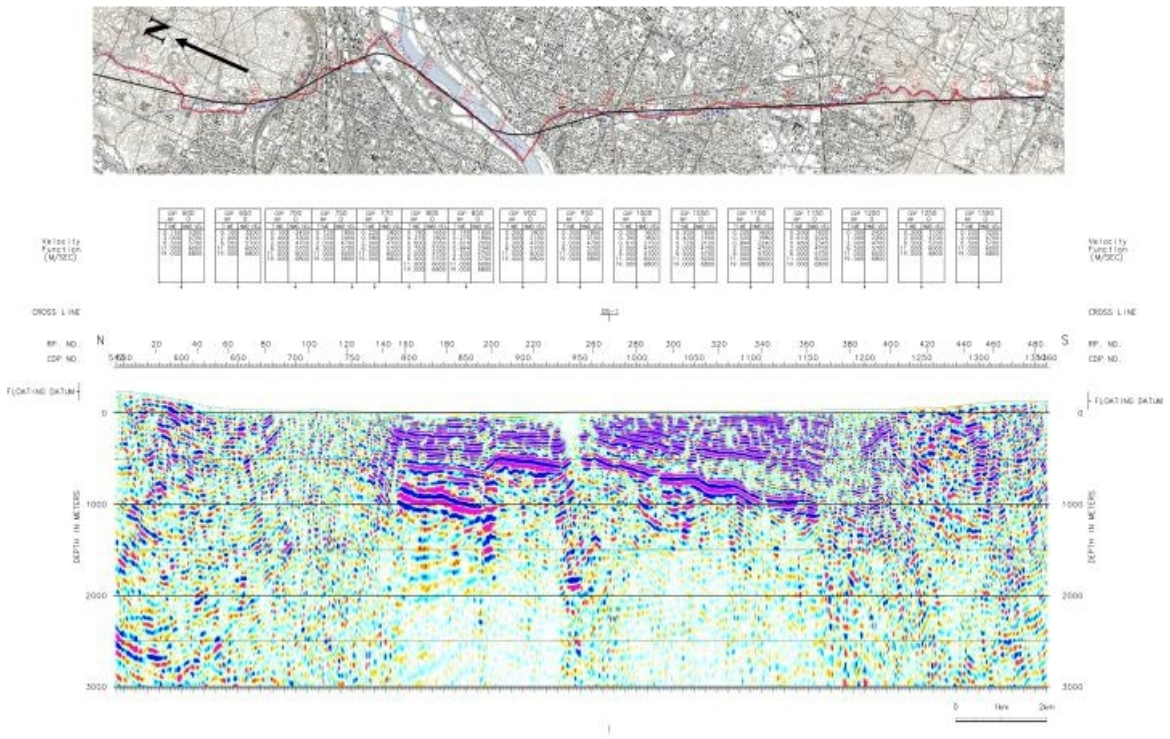


図 10(ａ)　生駒－高槻反射法データ深度断面図　重合後時間マイグレーション処理
（再解析前）

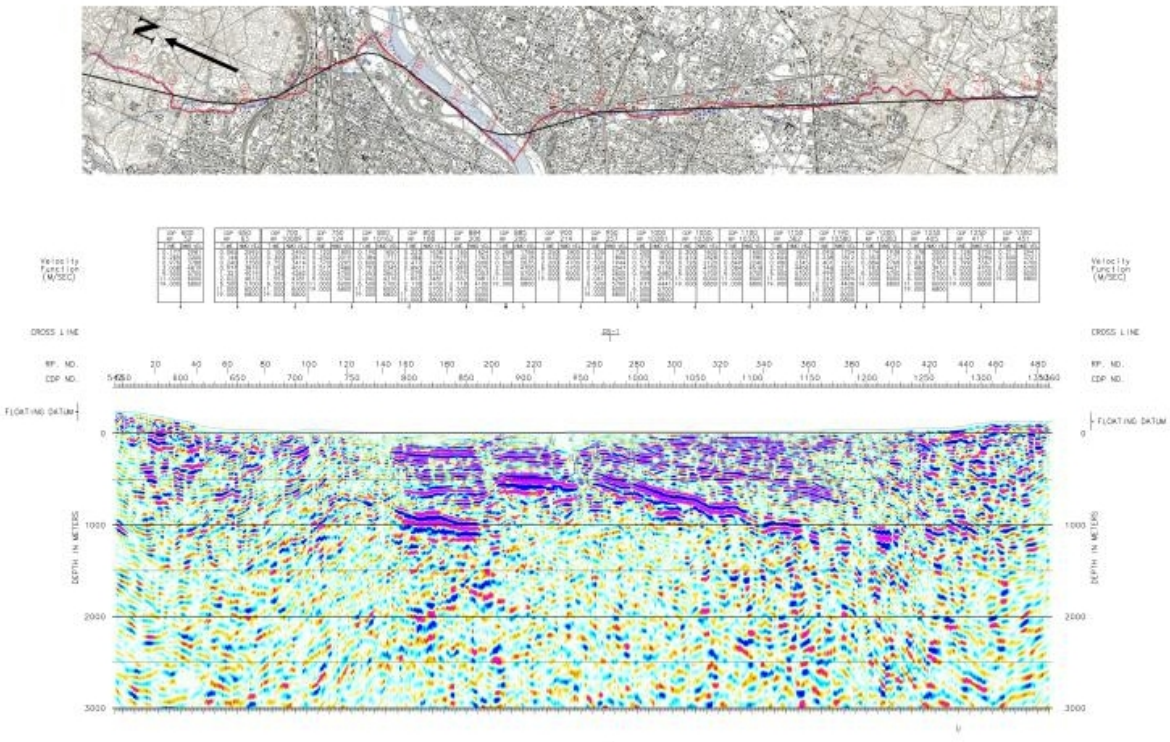


図 10(b)　生駒－高槻反射法データ深度断面図　重合前時間マイグレーション処理
（再解析後）

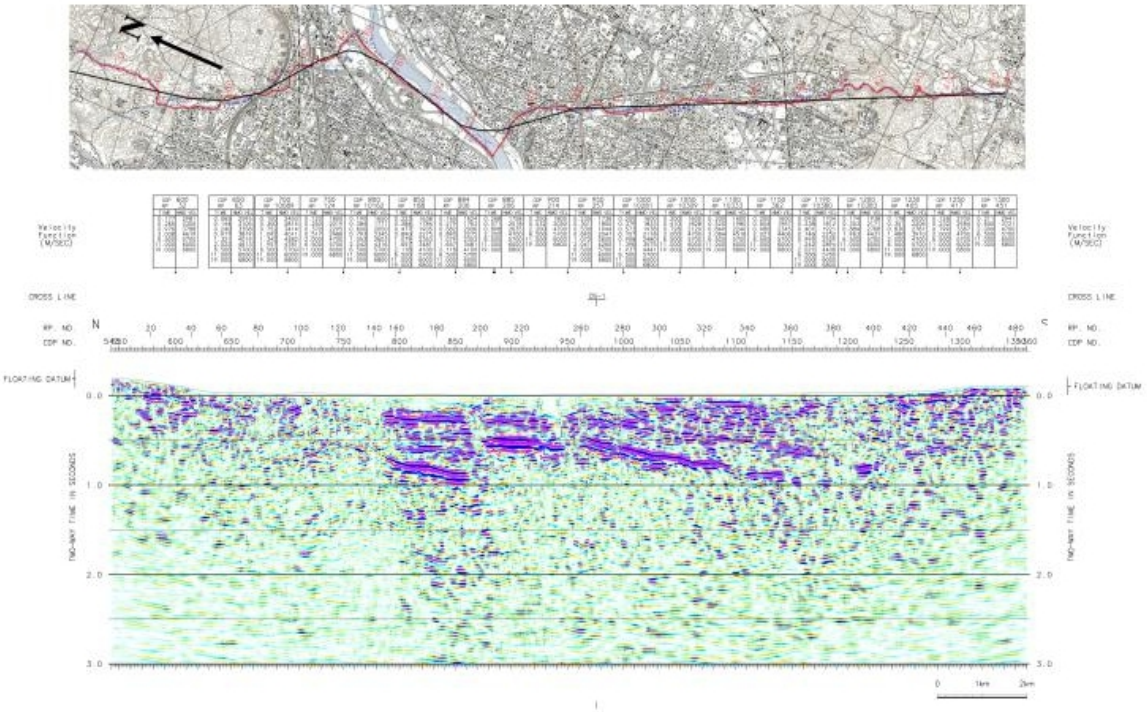


図９　生駒－高槻反射法データ時間断面図　重合前時間マイグレーション処理（再解析後）

b)重合前深度マイグレーション

重合前深度マイグレーションの適用に関わる速度解析及びイメージングについて、下記のパラメータを適用した。

i)調査測線の屈曲及び標高変化に関する扱い

重合前深度マイグレーションの前処理段階においては、静補正は表層補正のみを適用し、標高補正は適用していない。これは、マイグレーション処理を各トレースに関して実施する段階で受振点及び発震点の標高補正を適用することに起因している。従って、重合前深度マイグレーション処理ではCDP標高変化の長波長成分に対応する浮動基準面の概念は存在しない。

また、調査測線の屈曲に関しては、2.5次元構造を仮定し、仮定した構造方向以外の側方構造変化は考慮していない。図11にこうした2.5次元的な重合前深度マイグレーション解析概念に関する模式図を示す。

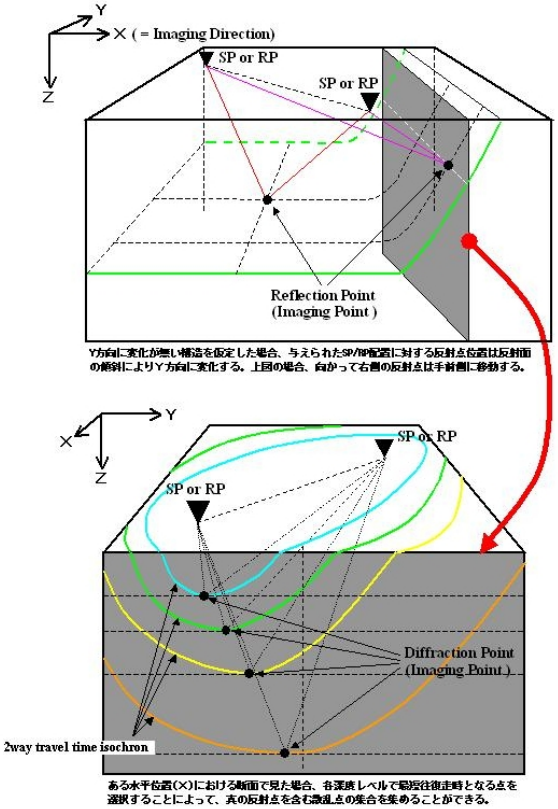


図11　屈曲2次元測線における重合前深度マイグレーション概念図