

7) データ解析

データ解析は、屈折法処理と反射法処理を同時並行的に行った。一般に、屈折法解析は、推定された基盤速度の信頼性が高いため、反射法速度解析において基盤以深の速度情報は屈折法の解析結果を引用した。一方、屈折法解析の中の波線追跡法では、作成される速度モデルにおいて速度と構造形状に関する任意性があるため、構造形状の信頼性が高い反射法の結果を引用して堆積層を層区分し、波線追跡では主に速度値を未知パラメータとして求めた。

屈折法データは、関東平野における先新第三系基盤面までの P 波速度構造把握を目的とした解析と、広角反射波を用いた深部基盤構造の把握を目的とした解析に大別できるが、今回の反射法解析では、広角反射データを含めて解析している。後者については、深部に対する広角反射強調処理として反射法データ解析の中で述べる。

本節では、北関東測線（屈折法、反射法）、大宮一野田測線（屈折法、反射法）の順に従って、データ解析内容を詳述する。

a) 屈折法データ解析（北関東測線）

i) データ編集 (Format Conversion and Data Compilation)

有線テレメトリーシステム G-DAPS4A 展開区間及び独立型受振システム MS-2000D の展開区間で取得されたデータを編集、結合し、各発振記録を構築した。MS-2000D で取得されたデータについては具体的に、以下のコンパイル作業を順次行った。

- ・有線テレメトリーシステムの記録装置でデータ収録時に取得した GPS 刻時装置による記録開始時間と記録長をもとにデータ抽出が行われた。
- ・バイブレータ集中発振記録に関しては、ノイズエディットを伴う 'Diversity Edit' 及び垂直重合処理が実施された。この際のノイズエディットパラメータは、ウィンドー長=9.0 秒、冪乗係数=3.0 である。重合数は実際のスイープ回数に応じて 100~200 回である。但し、'Diversity Edit' は相互相関後のデータについて適用された。

ii) トレースヘッダーへの測線情報の入力 (Geometry Application)

SuperX トレースヘッダー (JGI Internal Format) に関して、発振点及び受振点のインデックス、座標、標高値、オフセット距離等の測線情報を入力した。座標系は 'Bessel' 楕円体に準拠した座標値を UTM54 系に投影した値が用いられた。

iii) 屈折初動の読み取り (First Break Picking)

本解析では全区間での屈折初動読み取りを目的として、バンドパスフィルター (6-15Hz)、振幅調整 (AGC、8000msec) の強調処理を行った。屈折波初動の読み取りは、会話型システム (地球科学総合研究所ソフトウェア 'iRAS') によって行った。読み取った屈折波の走時曲線を図 20、図 21 に示す。但し、この図において示した屈折初動読み取り値は、後述の直線測線への投影と屈折初動走時の修正を実施したものである。北関東測線は、測線が中央部で屈曲しているため、2つの図に分けて表している。

北関東測線（西）

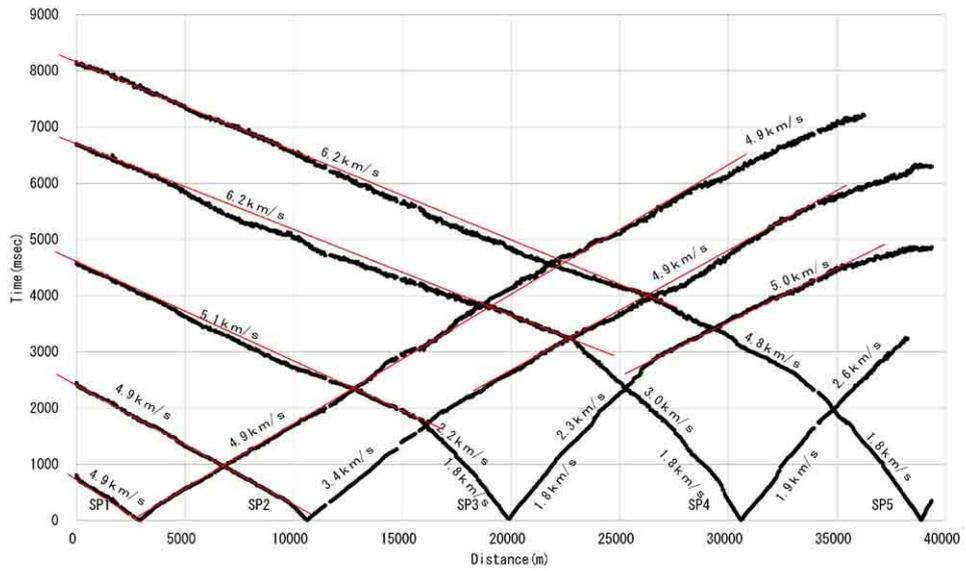


図 20 走時曲線と見掛け速度表示図 (SP-1~SP-5)

北関東測線（東）

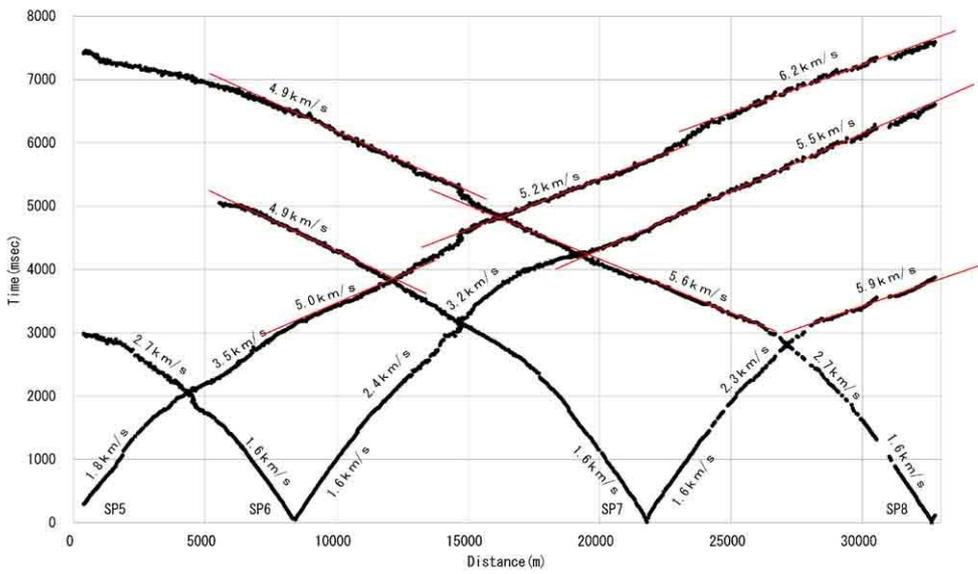


図 21 走時曲線と見掛け速度表示図 (SP-5~SP-8)

iv) 直線測線への投影と屈折初動値の修正

(Modification of First-break by Projection of Shots and Receivers to Straight Line)

本来、発振点-受振点間の可逆性を前提とした屈折法解析では直線測線を前提としている。従って、波線追跡による屈折初動解析を実施する前に、仮想直線測線へのオフセット補正及び走時補正を下式に従って適用した。

$$X_{md} = X \cos \theta \quad (1)$$

$$T_{md} = T_{ic} + (T - T_{ic}) \cos \theta \quad (2)$$

ここに、 X_{md} , X , T_{md} , T_{ic} , T , θ はそれぞれ、投影測線上の受振点-発振点オフセット距離、受振測線上の受振点-発振点オフセット距離、投影処理後の屈折波走時、解析対象である屈折波のインターセプト時間、読み取り屈折波走時、及び受振点-発振点アジマスと投影測線間の角度として定義される。図 22 に、屈折解析に用いた投影測線を示す。

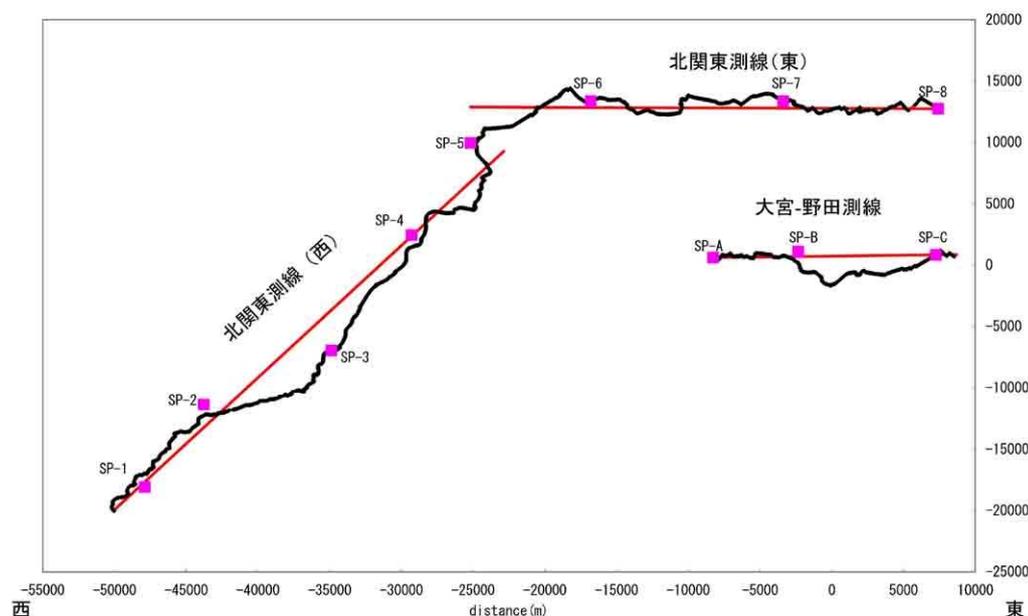


図 22 屈折解析に用いた投影測線 (3 直線)

v) 改良型タイムターム法による屈折波解析

(Refraction Analysis based on Modified Time-term Method)

屈折波データについて改良型タイムターム法による解析を行い、受振点及び発振点タイムターム値と屈折面速度を算出した。この手法では解析対象とする屈折面が 3 次元ブロックに分割され、各ブロックに対して屈折面速度が定義される。このモデルは以下の関係式で記述される。

$$T_{ij} - \sum_k s_{k,0} \Delta_{ijk} = a_i + b_j + \sum_k \delta s_k \Delta_{ijk} \quad (3)$$

ここに、 T_{ij} は屈折初動走時、 a_i, b_j は発震点及び受振点タイムターム、 $s_{k,0}, \delta s_k, \Delta_{ijk}$ は各ブロック

におけるスローネス初期値、スローネスの初期値からの偏倚量及び屈折波線長である。この受振点及び発振点タイムターム値と表層基底層速度はインバージョン(‘Generalized Linear Inverse Method’)によって算出される。長大展開データに対してタイムターム法を適用する場合、屈折面の傾斜による見掛け速度の変化については考慮されていない。また、解析結果として得られる屈折面形状は受振点直下にマッピングされるため、マイグレーション処理を適用する必要がある。従って、タイムターム法で得られる構造モデルは、大局的な構造変化を反映したものと考える必要がある。尚、この改良型タイムターム法解析には、以下のパラメータが採用された。

- 初動読み取り位相…………… 正のピーク位置(パイプレータ)
- 屈折波インバージョンに用いるオフセット距離…………… ‘Space-variant’
- 表層基底速度を求める際のブロック区分……………15km

図 23 に二層構造を仮定した改良型タイムターム法による解析結果(タイムターム、速度分布)を示す。

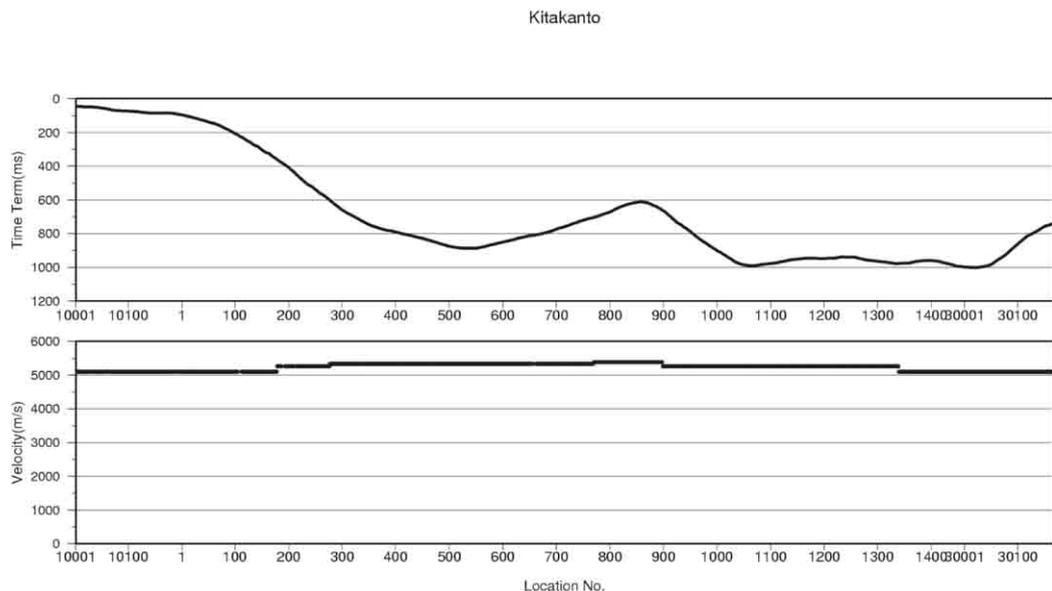


図 23 タイムターム法による地震基盤のタイムターム及び速度結果

vi) 波線追跡法による屈折波解析(Refraction Analysis based on Ray Tracing)

波線追跡法による屈折波解析においては、以下の情報及び地質学的知見をもとにモデル構築を実施した。

- ・改良型タイムターム法によって得られた速度構造
- ・反射法によって得られた先新第三系基盤構造及び堆積平野内の有意なマーカーホライゾンの深度、反射法速度解析から得られた区間速度構造

図 24 に最終速度構造モデルを示した。本解析では、測線長から堆積平野部について先新第三系基盤までの速度モデルを作成した。図 25 - 33 には、観測走時、最終速度構造モデルを仮定して計算した理論走時の比較図面、破線ダイアグラムについて示す。

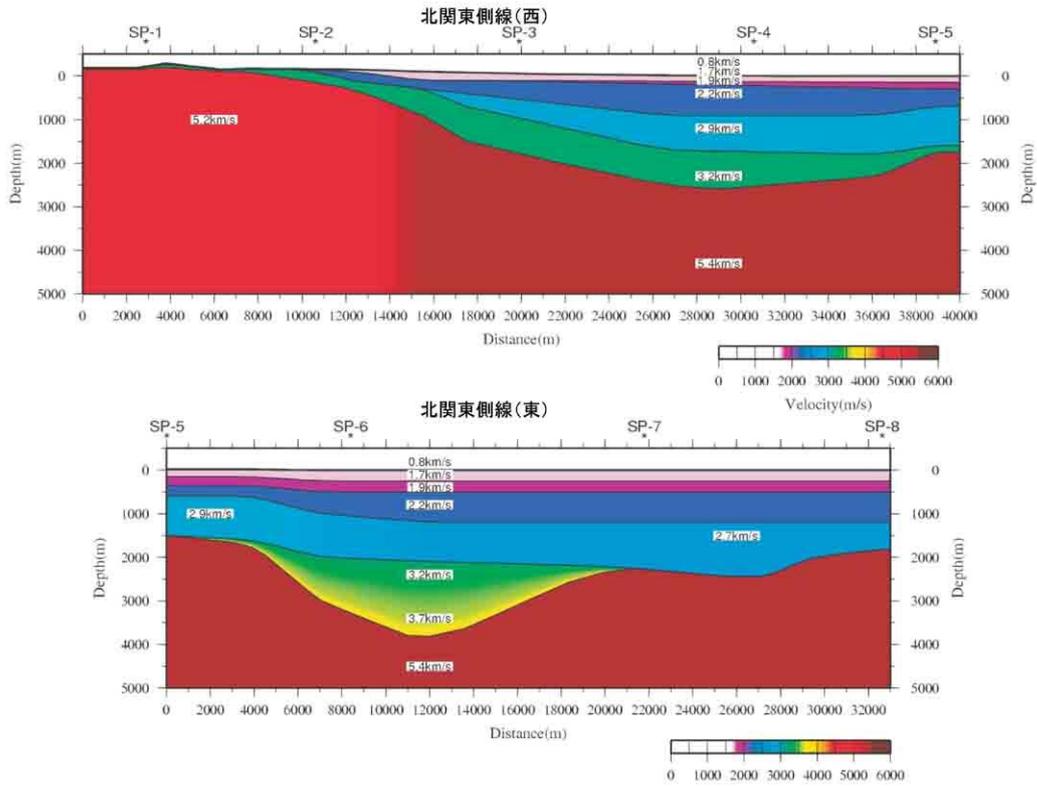


図24 波線追跡に使用した構造モデル

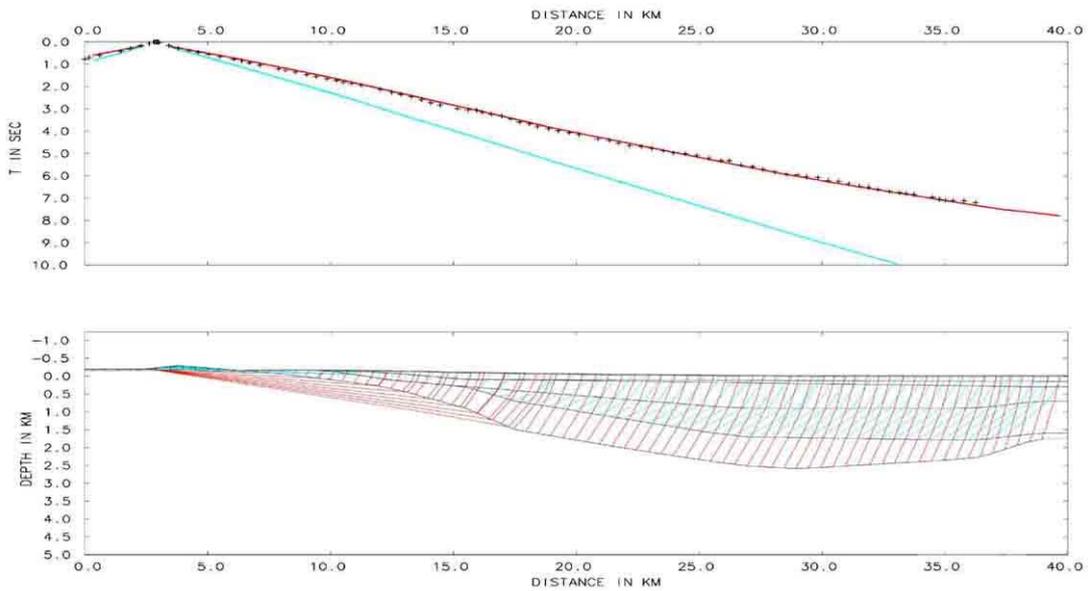


図25 波線追跡結果表示図 (SP-1)

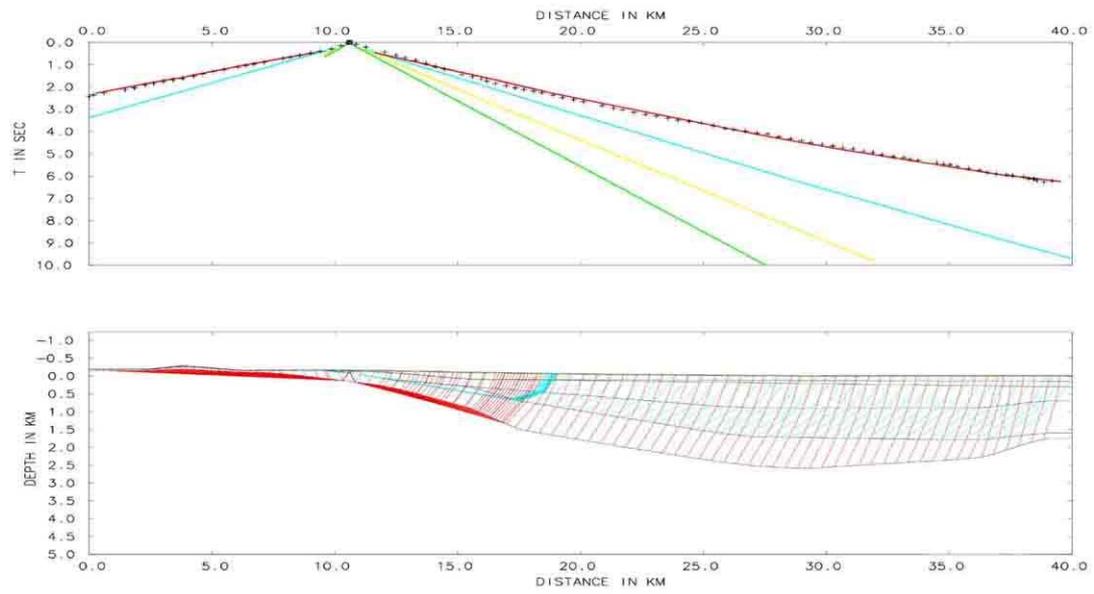


図 26 波線追跡結果表示図 (SP-2)

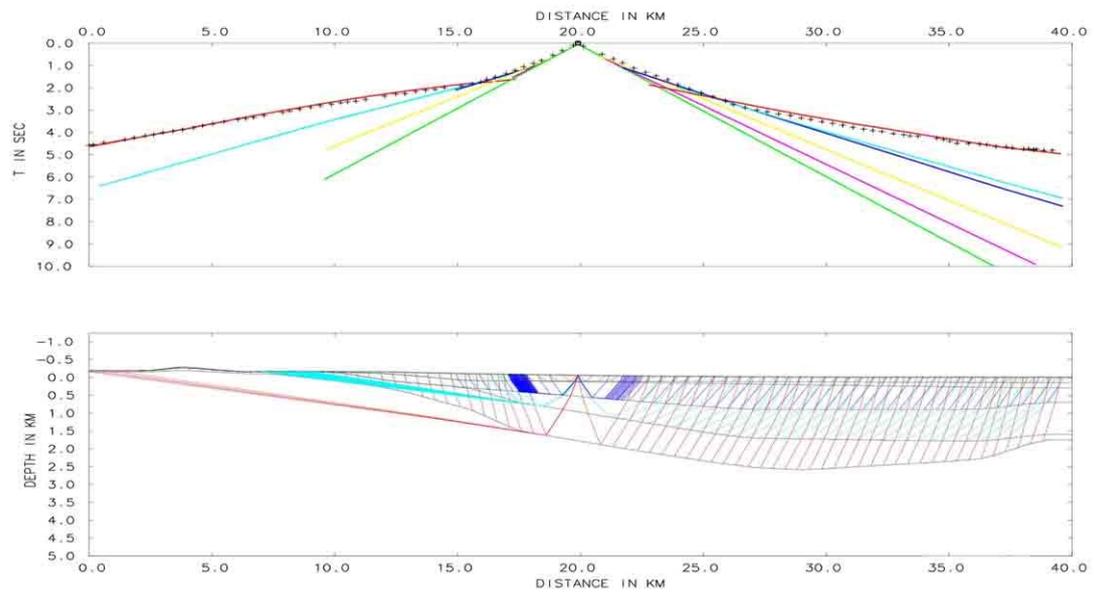


図 27 波線追跡結果表示図 (SP-3)

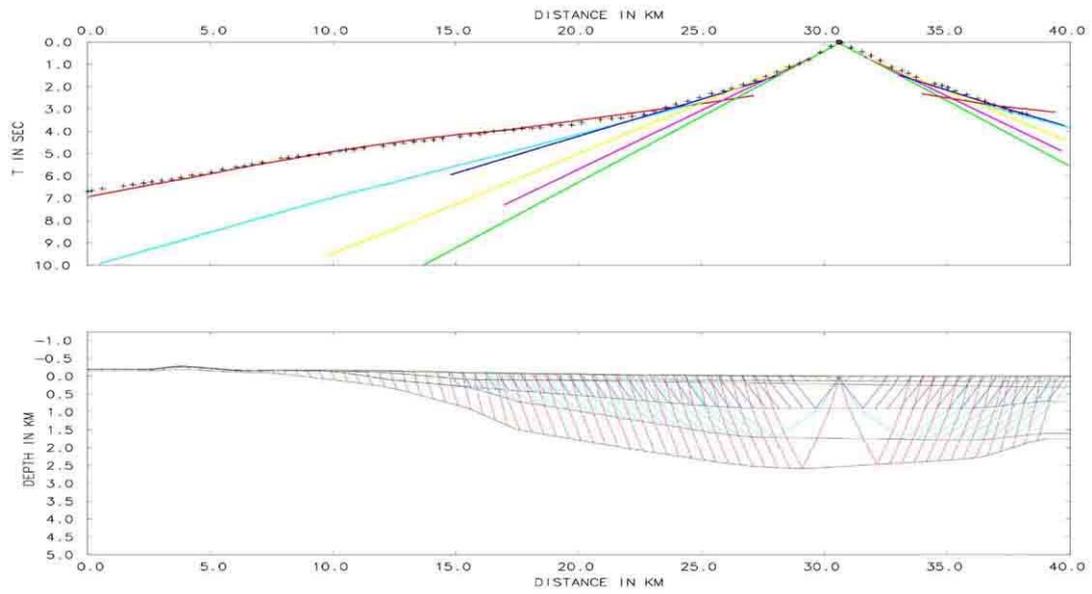


図 28 波線追跡結果表示図 (SP-4)

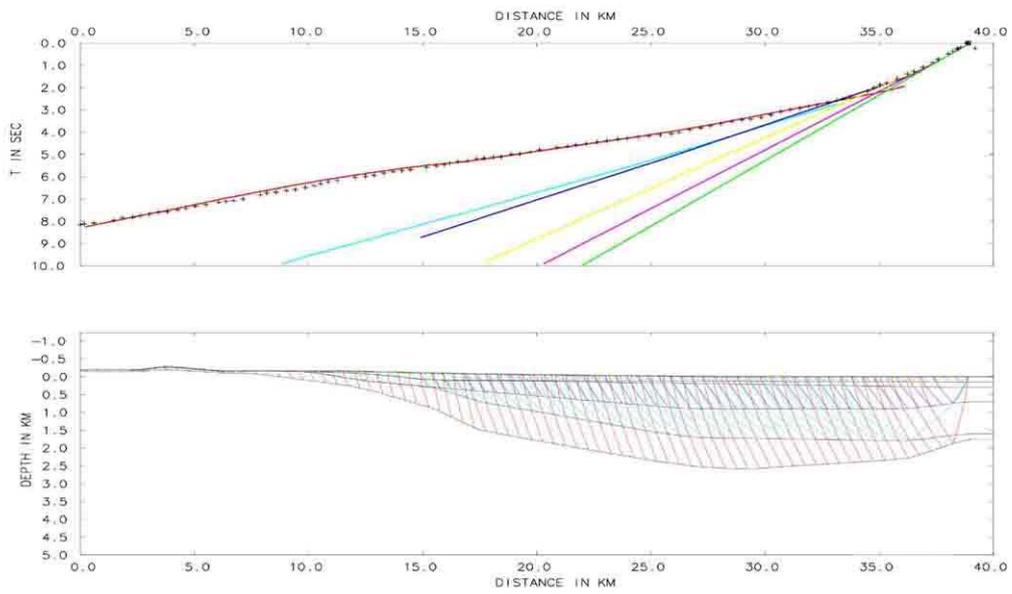


図 29 波線追跡結果表示図 (SP-5、西側)

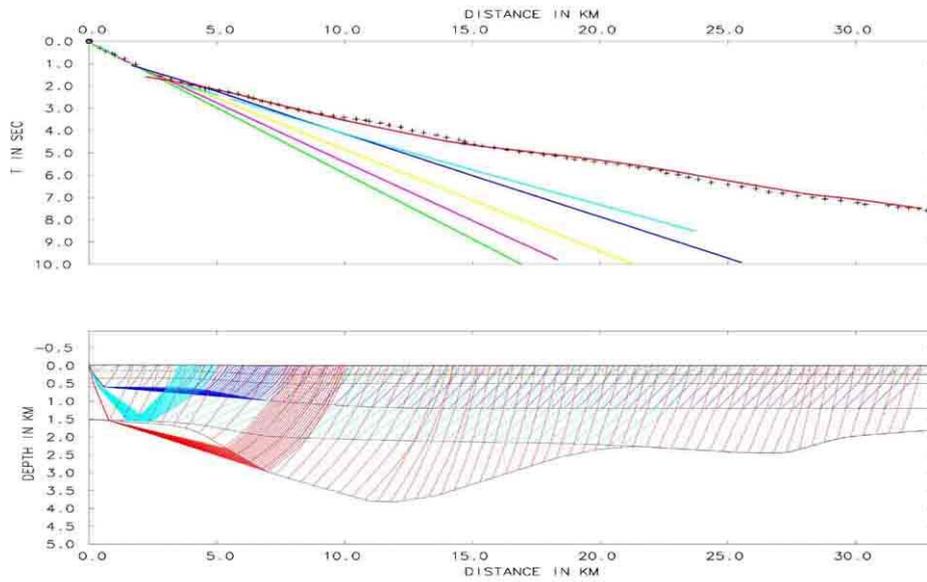


図 30 波線追跡結果表示図 (SP-5、東側)

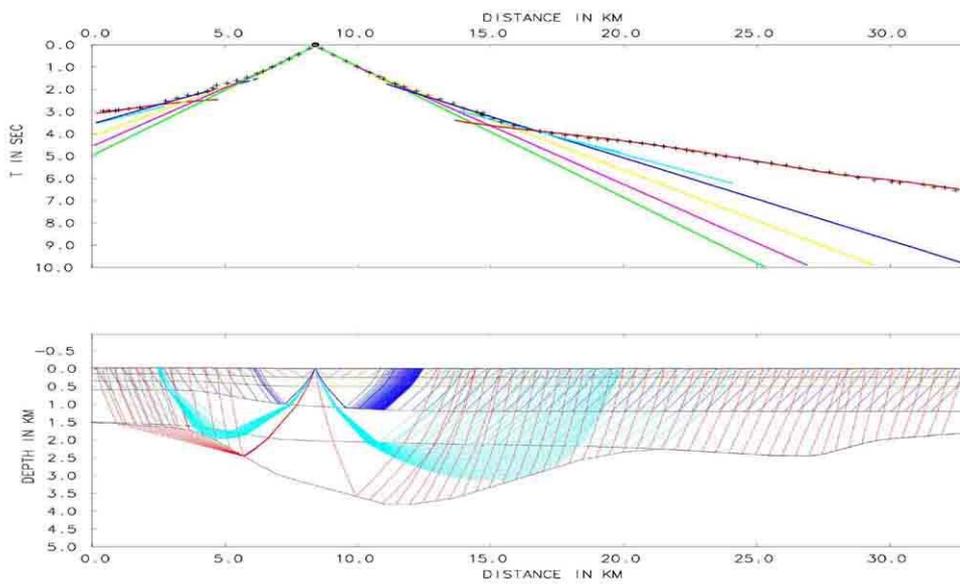


図 31 波線追跡結果表示図 (SP-6)

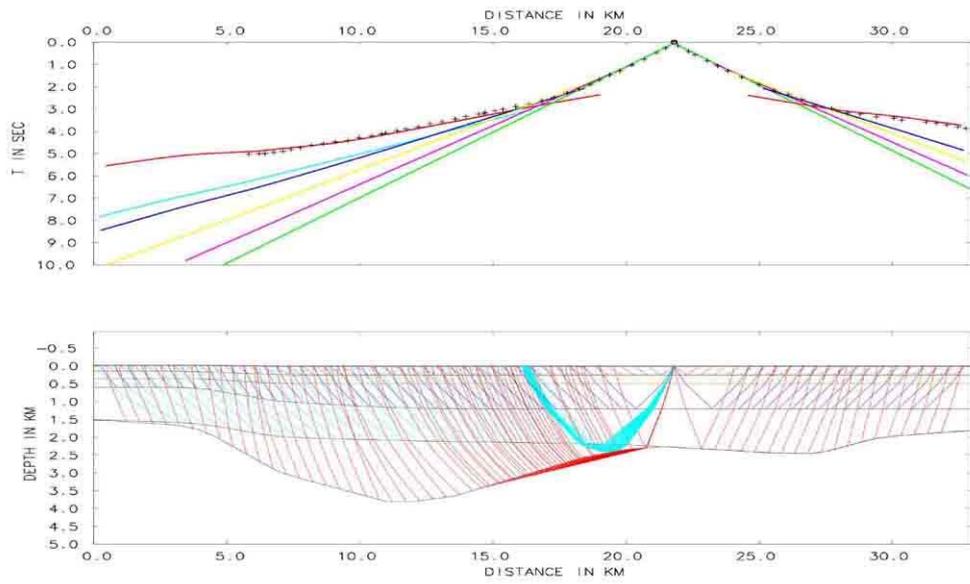


図 32 波線追跡結果表示図 (SP-7)

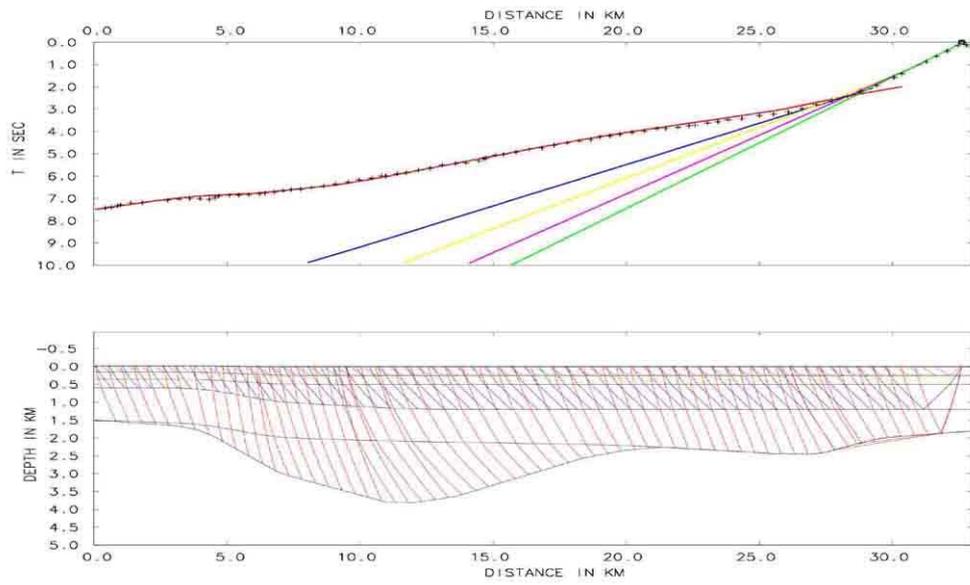


図 33 波線追跡結果表示図 (SP-8)