



平成25年度 固体地球観測実習  
構造探査班

岡野未来, 谷部功将, 西川友章  
担当教員: 塩原肇, 望月公廣, 三宅弘恵

# 目次

1. 調査目的
2. 測定場所
3. 観測手順
4. データ解析手順
5. 考察
6. まとめ

# 1. 調査目的

- ◆ 地震波速度構造探査を通して、構造探査の基本的手法を理解する
- ◆ 取得したデータの解析を行い、地震波速度構造を推定する

## 2. 測定場所



N230E付近  
測線115m (NE-SW)  
5m間隔

# 3. 観測手順

1. ロガーの設定
2. 地震計・ロガー・GPSの設置
3. ハンマーによる人工地震の発生
4. 装置・データの回収

# 3-1. ロガーの設定

- ◆ ロガー(記録装置)に電池を挿入
- ◆ 過去データの消去
- ◆ 測定時間をセット
- ◆ 地震計サンプリング周波数の設定 (1kHz)



@音楽ロッヂ ゆうげん荘

## 3-2. 観測装置の設置

5m間隔・24カ所に設置

1. 地震計のセンサー部分を地中に埋める
2. ロガーをセンサー付近に設置
3. ロガーにセンサー, GPSを接続して動作確認
4. 観測点・装置情報を記録しておく



# 3. 人工地震の発生

- ▶ ハンマーで地震計付近(ショット点)を打つ
- ▶ 各地点で15-30回計測
  - 端から5地点: 30回
  - 他地点: 15回
- ▶ 測定場所と測定時刻を記録

ショットポイント  
センサー  
ロガー・GPS

## 3-4. 装置・データの回収

### 装置回収

- ◆ ロガーの動作確認
- ◆ 装置情報の再確認
- ◆ センサーを外す



### データ回収

- ◆ ロガーからPCへデータを取り込む
- ◆ ロガーから電池を回収

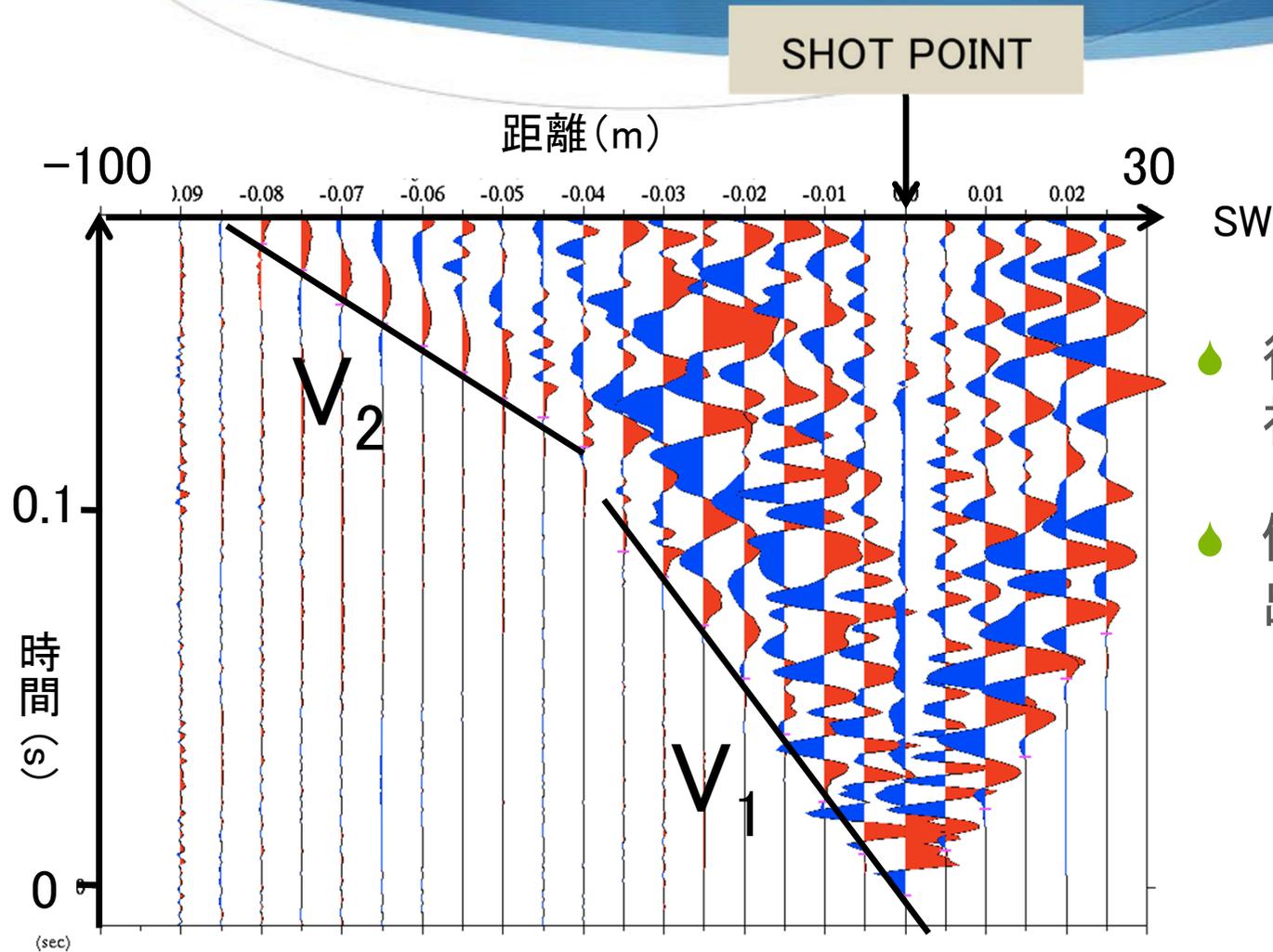
@音楽ロッヂ ゆうげん荘



# 4. データ解析手順

1. 人工地震発生時間の特定, 波形データの切り出し, スタック処理は先生方にやって頂きました.
2. 走時曲線の作成
3. 1次元地震波速度構造の推定
4. はぎとり法
5. Inversion

# 4-2. 走時曲線



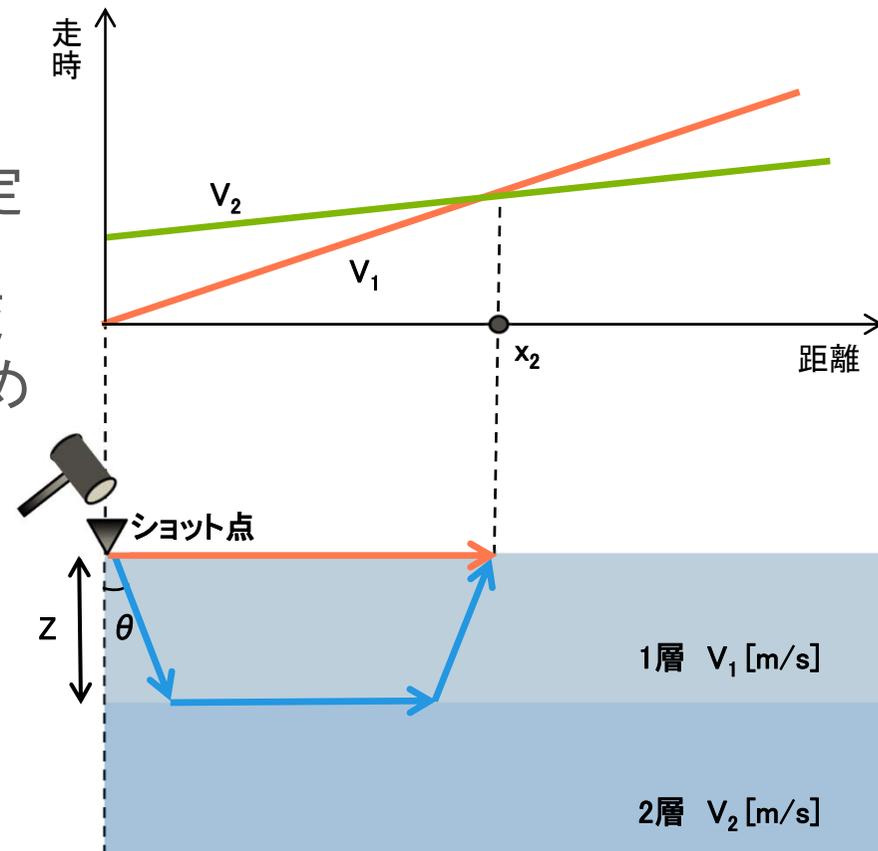
- 得られた波形から初動を読み取る.
- 傾きから $V_1$ と $V_2$ を出す

# 4-3. 一次元構造

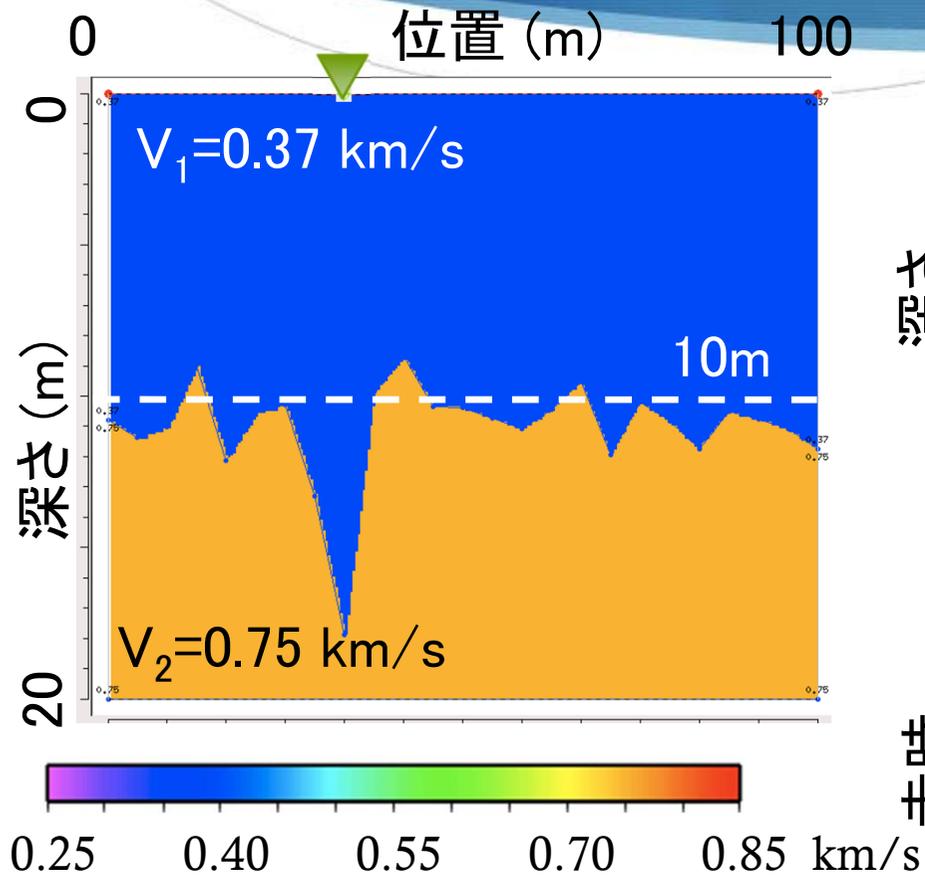
## 屈折法

- 地下構造を水平2層構造と仮定
- 走時曲線の速度 $V_1, V_2$ とその交点の距離 $x_2$ より, 層厚さ $Z$ を求める

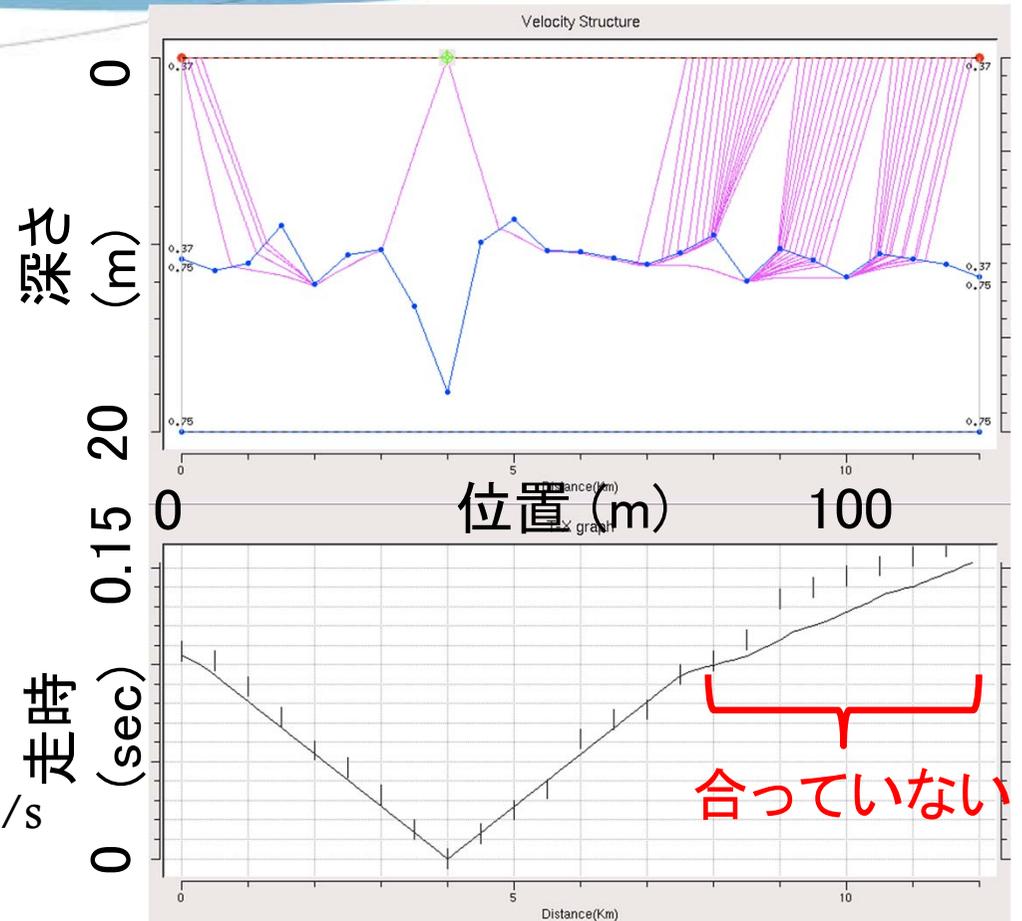
$$Z = \frac{x_2}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$



# 4-3. 一次元構造



10 m程度に境界がある

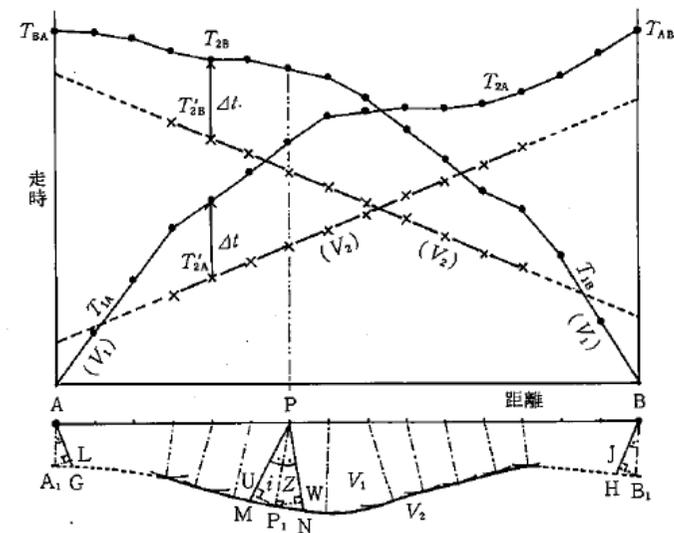


# 4-4. はぎとり法

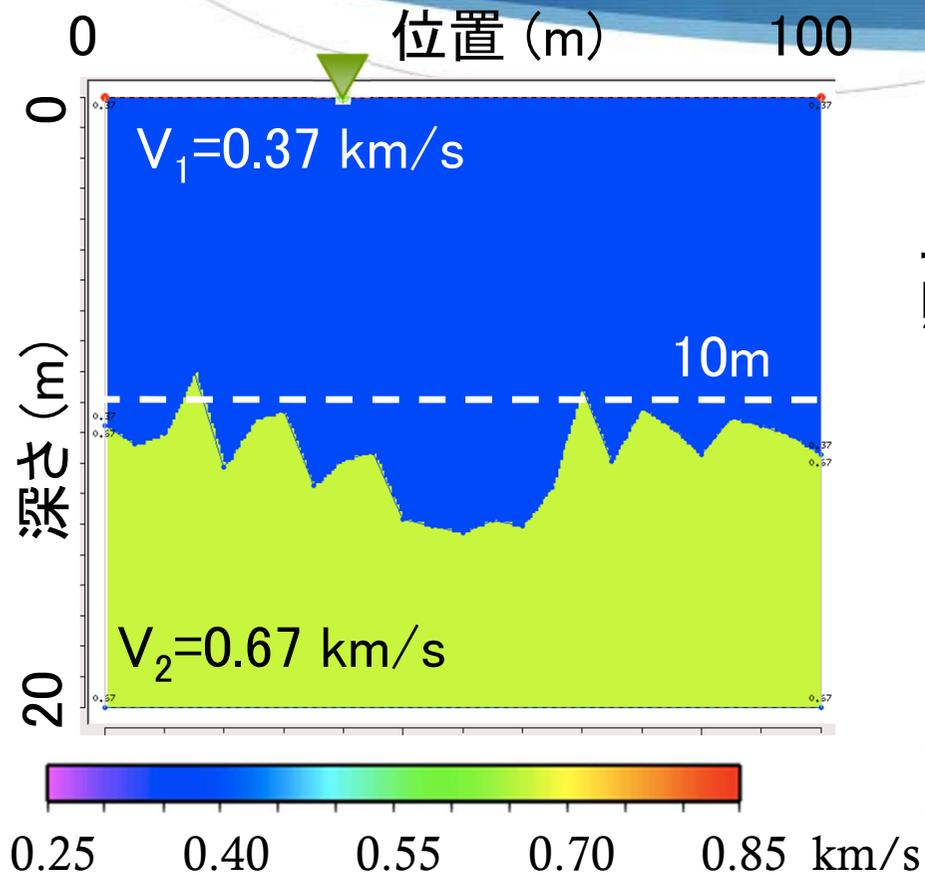
- 境界面の起伏は滑らかで、屈折波は境界面に沿って伝わると仮定
- 境界面の起伏を再現できる

$$i = \sin^{-1}(V_1 / V_2)$$

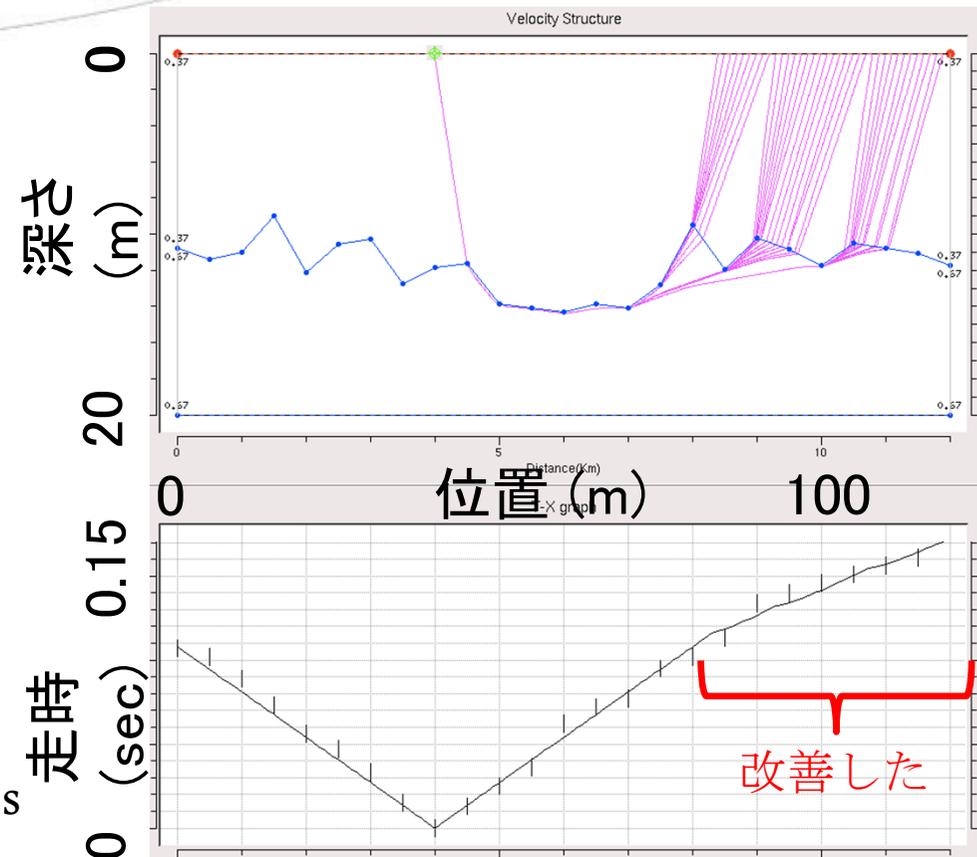
$$Z = V_1 \Delta t / \cos i$$



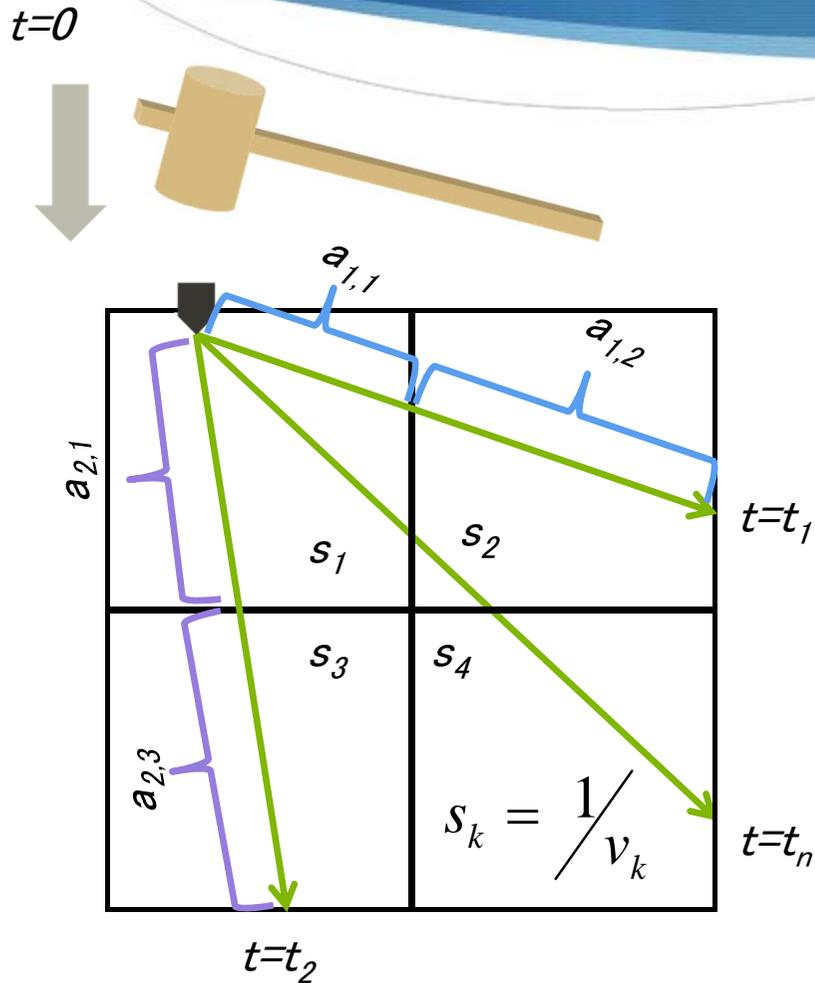
# 4-4. はぎとり法



やはり10 m程度に境界がある



# 4-5. Inversion



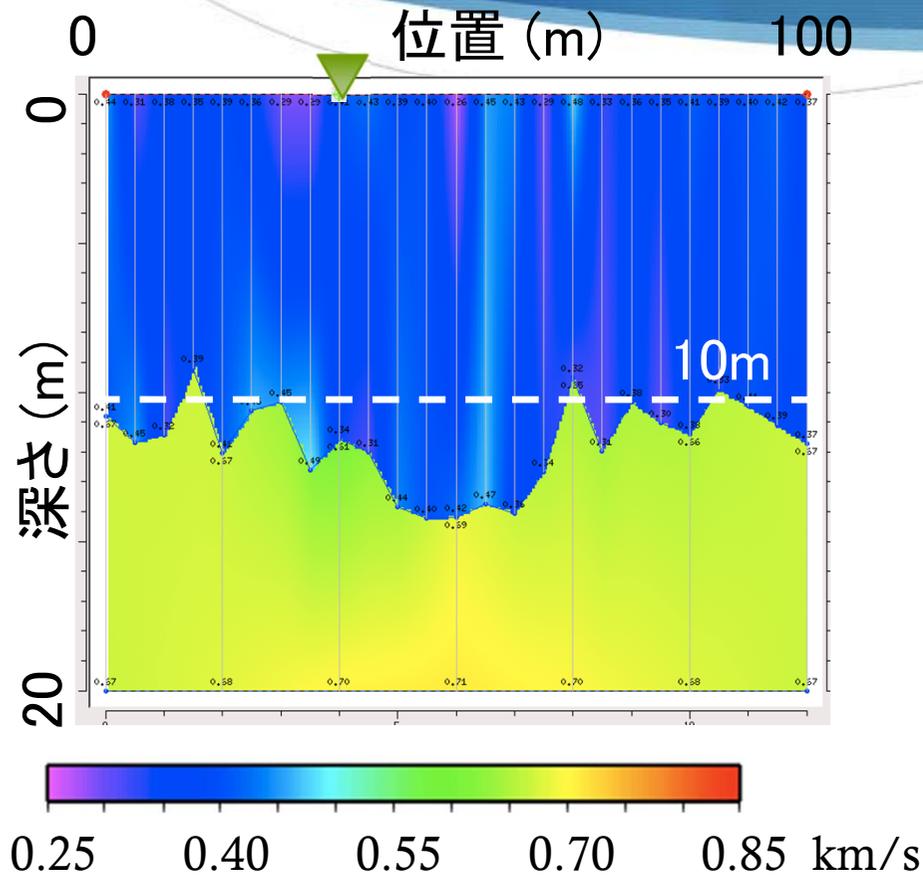
- 波線を仮定して、速度構造を決定する

$$\underbrace{\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & a_{1,4} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} & a_{2,4} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & a_{n,3} & a_{n,4} \end{pmatrix}}_A \underbrace{\begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{pmatrix}}_S = \underbrace{\begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \vdots \\ t_n \end{pmatrix}}_T$$

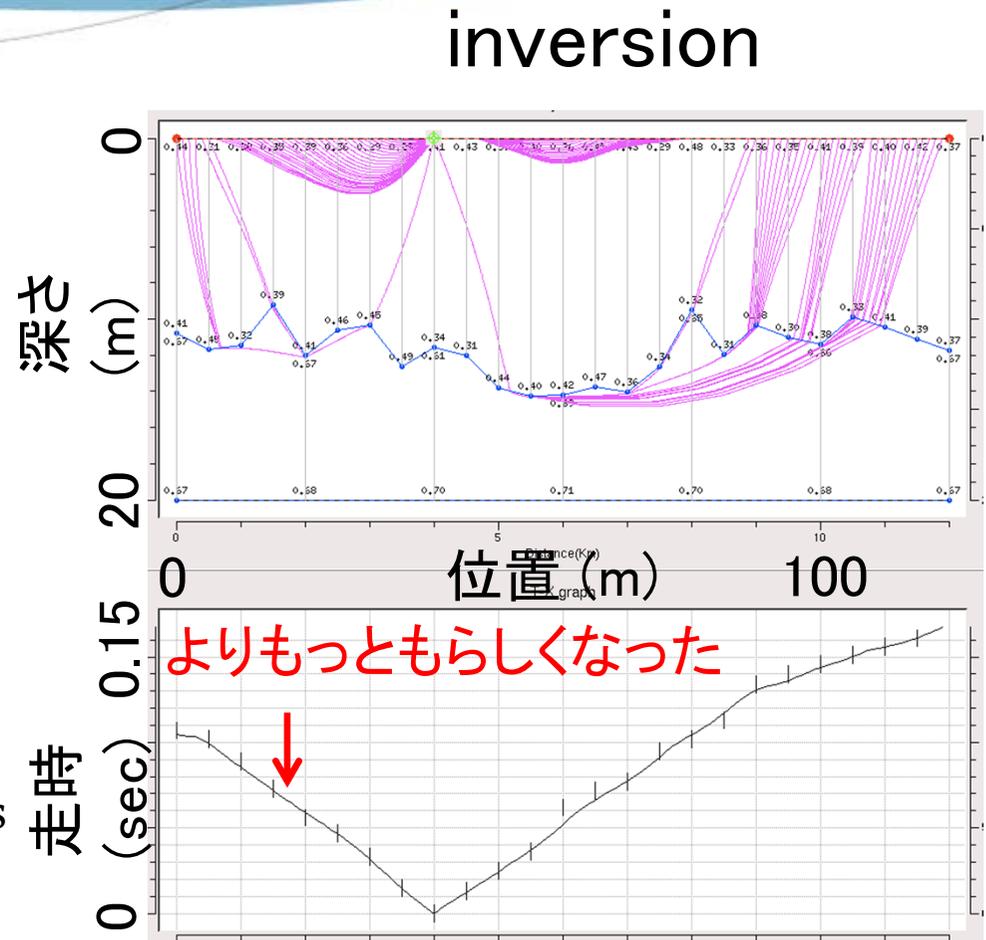
$$S = A^{-1} T$$

速度構造がわかる！

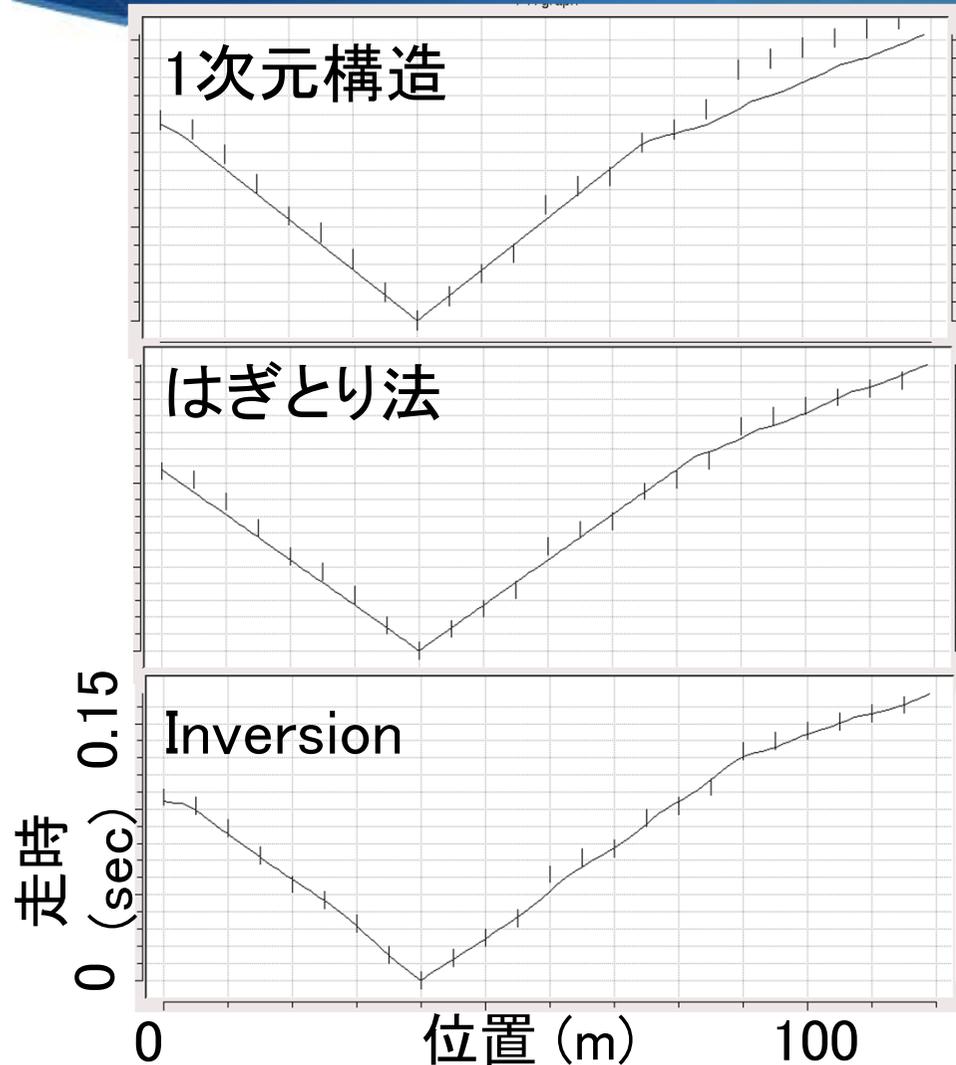
# 4-5. Inversion



速度勾配がついた



# モデルの適合度の定量化



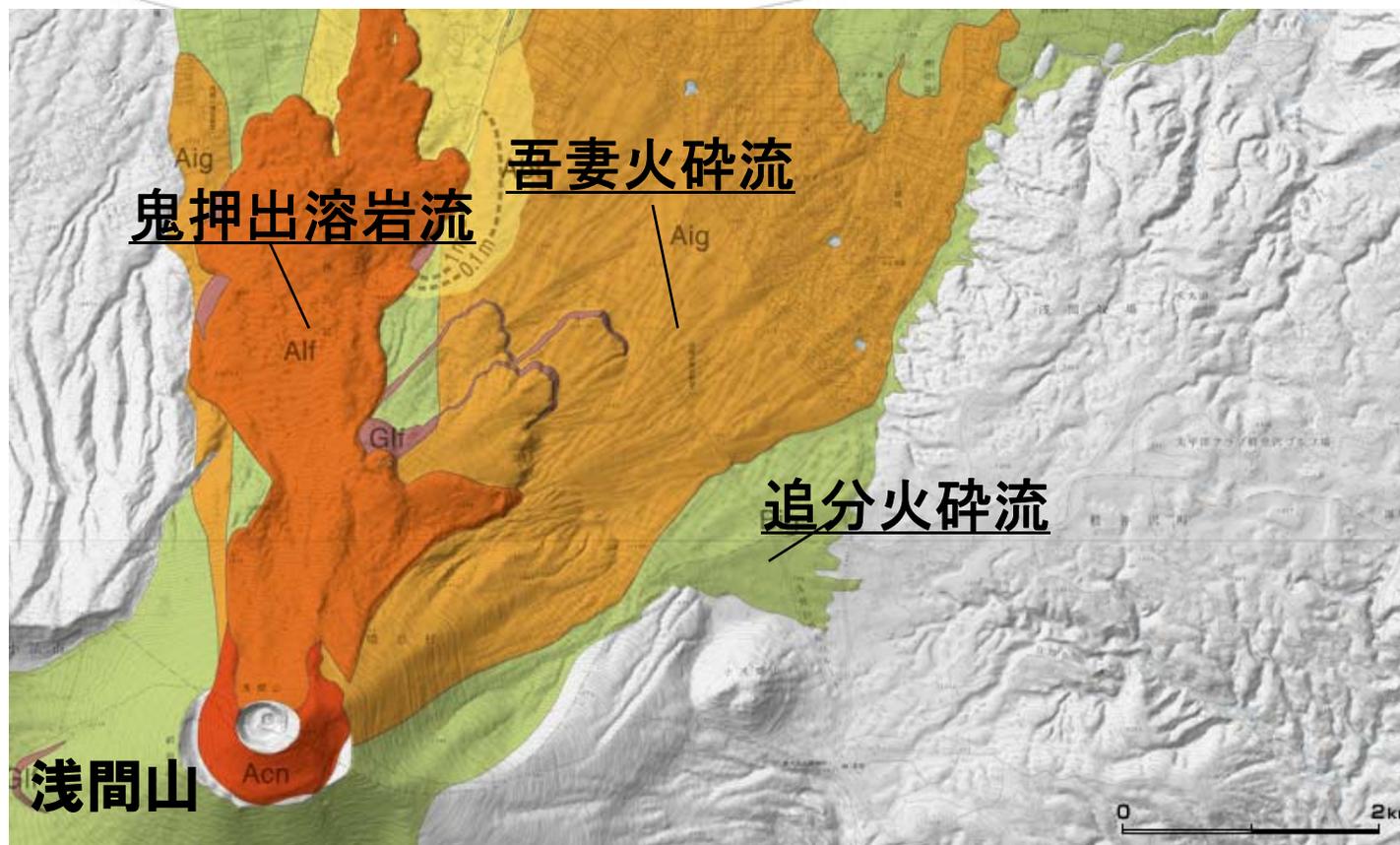
適合度の目安として、モデルの走時と観測された走時のRMS残差が用いられる。

1次元構造 : 8.57 msec  
はぎとり法 : 4.96 msec  
Inversion : 4.06 msec



確かにモデルは良くなっている

# 5. 考察 浅间山付近の地質図



# 5. 考察 観測点の位置



# 5. 考察

- ◆ 吾妻火砕流(第1層): 1783年の噴火  
層厚平均約10m.
- ◆ 追分火砕流(第2層): 1108年の噴火.



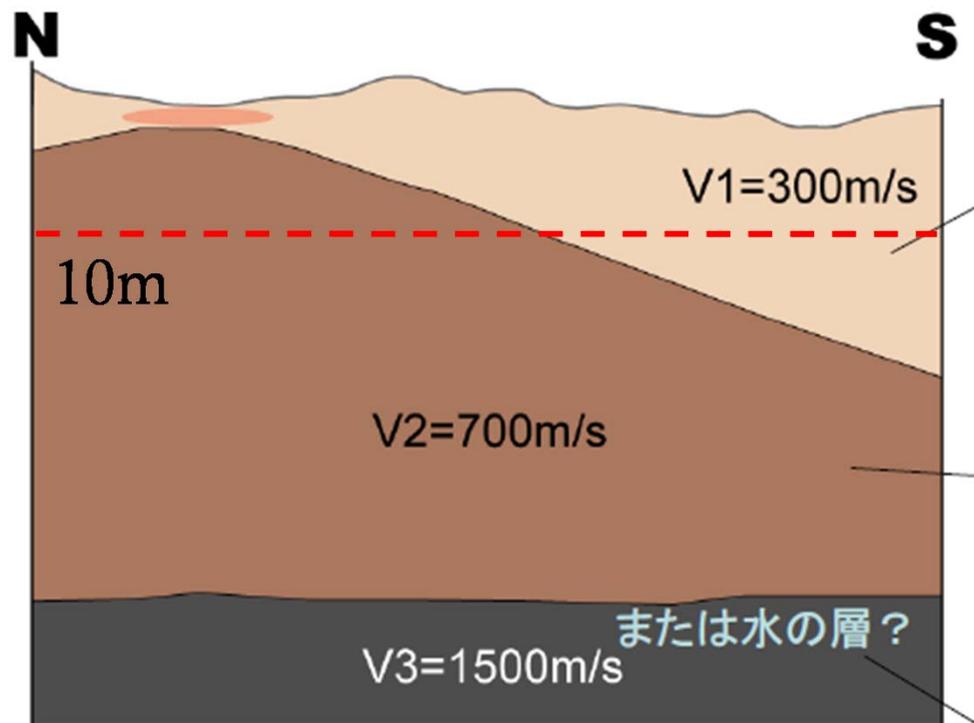
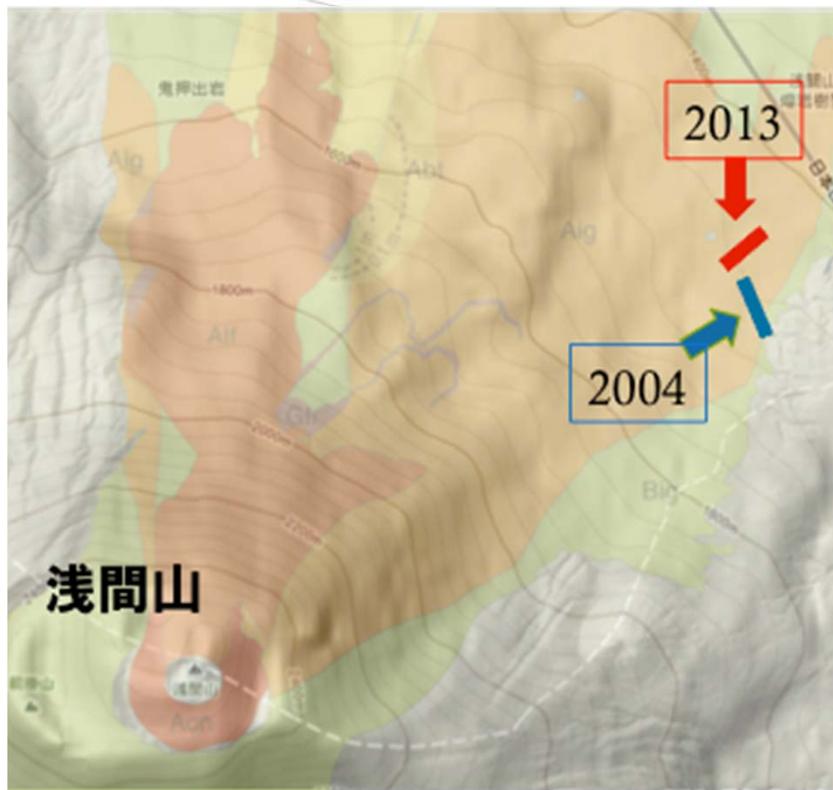
地震波速度構造推定による  
層厚10mと一致



吾妻火砕流  
(第1層)

土壌、  
追分火砕流  
(第2層)

# 2004年のデータとの比較



層境界の深さ、速度構造ともに今年の結果と似ている

## 6. まとめ

- ◆ 浅間山において、人工地震を発生させて各計測地点における地震波を観測した
- ◆ 波形データの初動を読み取り、走時曲線から速度 $V_1$ ,  $V_2$ を求めた
- ◆ 屈折法, はぎとり法, Inversionの解析手法を用いて地震波速度構造の推定を行った
- ◆ 地質図と比較を行い、地下構造の整合性を確認した
- ◆ 2004年の結果と比較し、整合性を確認した。

ありがとうございました。

スマトラオオヒラタ

¥1,800