



平成21年度 地球観測実習 構造探査班

上野俊洋・榊原良介・刀田健史・渡部泰史

張新林・白濱吉起

教官：森田裕一・塩原 肇

目次

- 目的
- 観測の概要
- データ処理
- 結果(データ解析)
- 考察
- まとめ



目的

- 地震波構造探査実験を通じて、構造探査の基本的手法を学ぶ。
- 得られたデータを解析し、地震波速度構造を求める。

測定場所



測線210m
(10m間隔22地点)



観測手順

1. 地震波記録装置(ロガー)の設定 @草津セミナーハウス
2. 地震計・ロガー・GPSの設置(約10m間隔、22個)



3. 各地点近傍でハンマーで地面を打ち、人工地震を発生させる。(各観測点で地震波、時刻、位置を記録)
4. 装置の撤収
5. データの回収 @草津セミナーハウス

1. 記録装置(ロガー)の設定

- ロガーに電池(単1 x 4本)を入れる。
- ロガーの時刻を補正する(GPSを用いる)。
- スケジュールファイルを転送する。
- 地震計のサンプリング周波数:
1KHz



2.装置の設置(地震計、ロガー、GPSアンテナ)

- 10m間隔、22箇所装置を設置する

- I. 地震計(センサー)を埋める
- II. ロガーをセンサー付近に設置
- III. ロガーにセンサー、GPSアンテナを接続して動作確認
- IV. 野帳に観測点、装置の情報を記録



3. 人工地震の発生

- ハンマーで、地面を打つ(10秒毎)
- 各地点ごとに20回~30回行う
 - 測線の端から5地点:30回
 - それ以外:20回
- 測定場所、測定時刻(腕時計を使って)を記録
- 車や歩行によるノイズが極力入らないようにする



- ① ショット点用
- ② 観測点

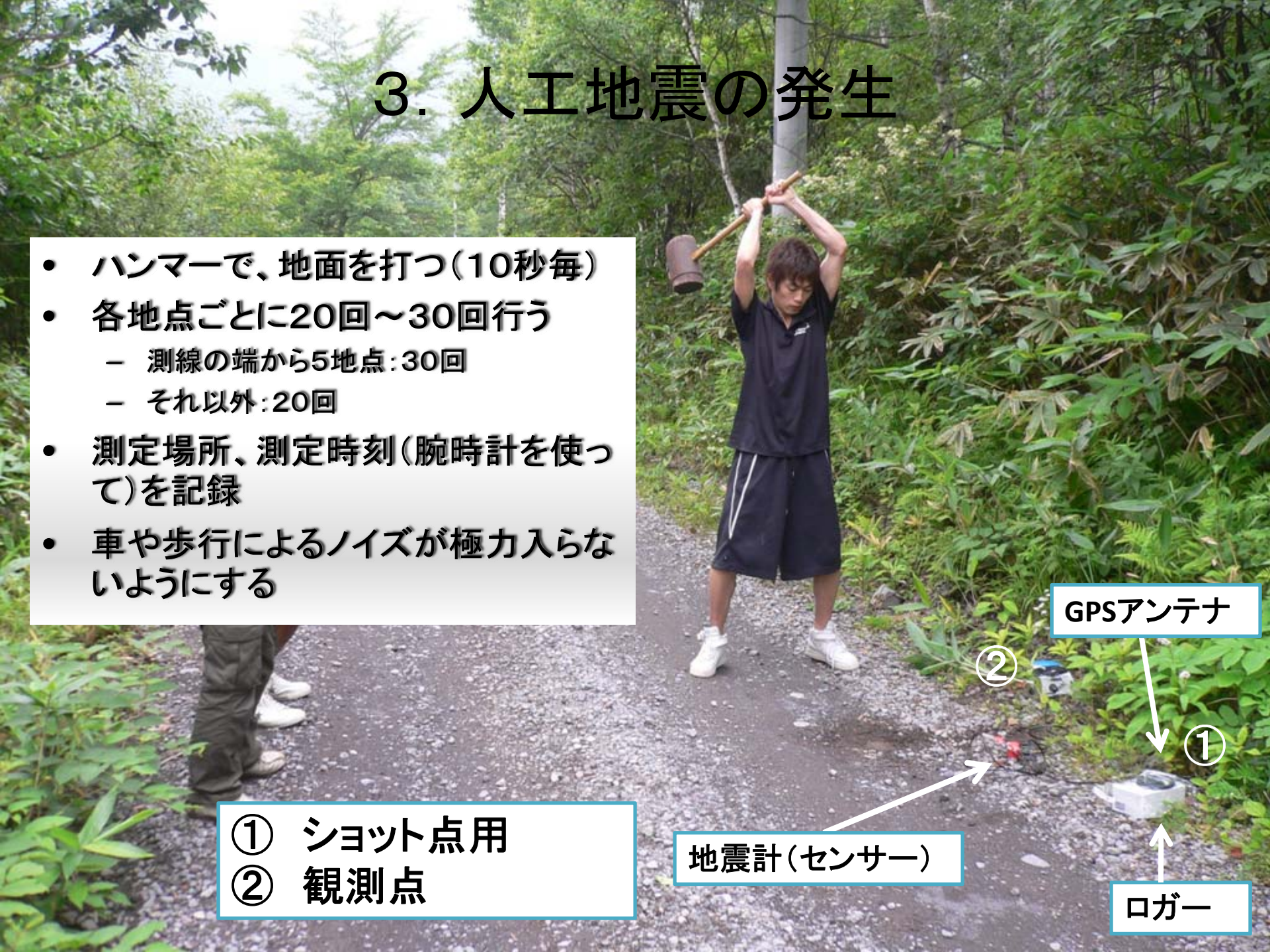
地震計(センサー)

GPSアンテナ

ロガー

②

①



4. 撤収

- 装置を撤収する(ロガーからセンサーを外す際、正常であったかを確認、記録)

5. データの回収 @草津セミナーハウス

- 全てのロガーから、PCへデータを取り込む
(専用のボックスに入れ、ボックスからPCに接続)
- データを抜き出したロガーは、電池を抜いて回収



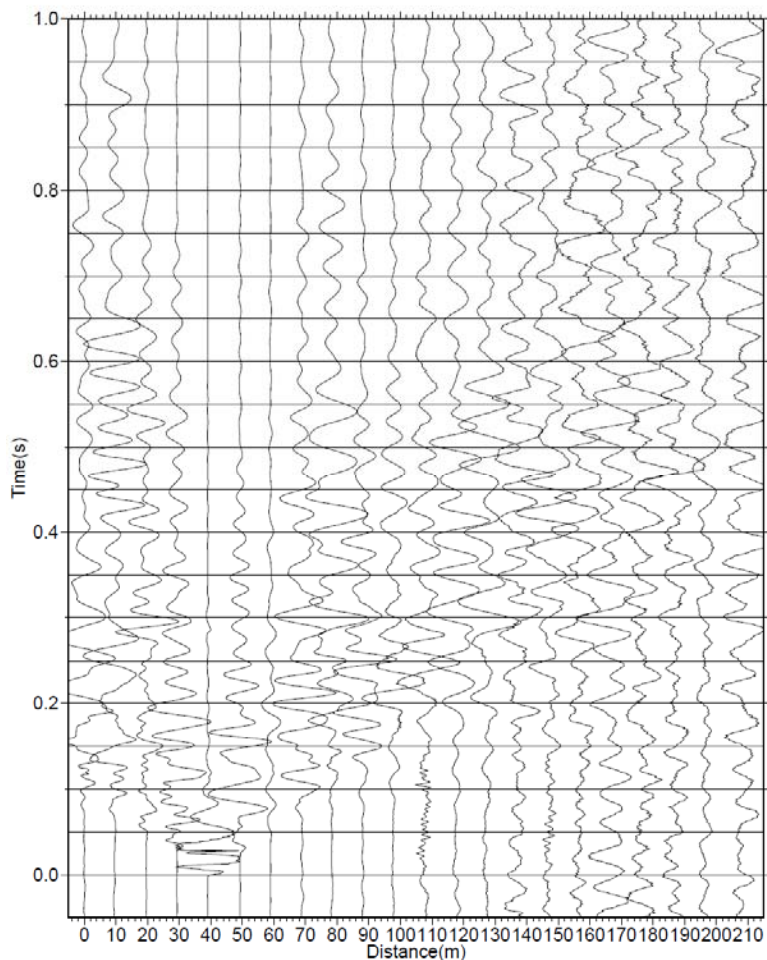
データ処理の手順

1. **人工地震発生時間の特定**
地震計で記録した波形と野帳の記録を照合
2. **波形データの切り出し**
ショット点の0.5秒前から3秒間
3. **スタック処理**
S/N (Signal/Noise) 比をより向上させる為、比較的ノイズの少ない波形データを選択し、スタックする
4. **走時曲線の作成**
 - レコードセクションの作成
 - 走時曲線の作成
5. **地震波速度構造の推定**
屈折波の走時に関する式を用いて計算する

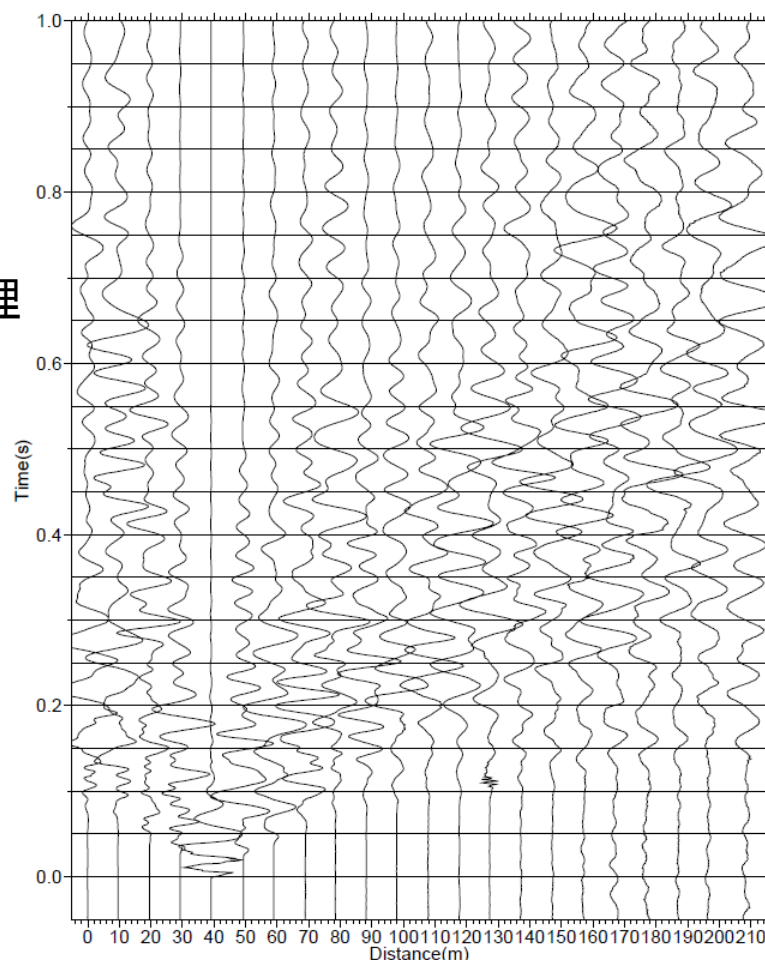
先生がやってくれました。

3. スタック処理

- 同じ地震計、同じ震源(ショット点:SP)の波形を参照し、良好な波形(ノイズが少ない)を選択する
- 選択した波形を初動を合わせて重ね合わせ、データ数で割って平均を出す
→人工的に発生させた地震動以外のノイズを低減させ、S/N比を向上させることができる

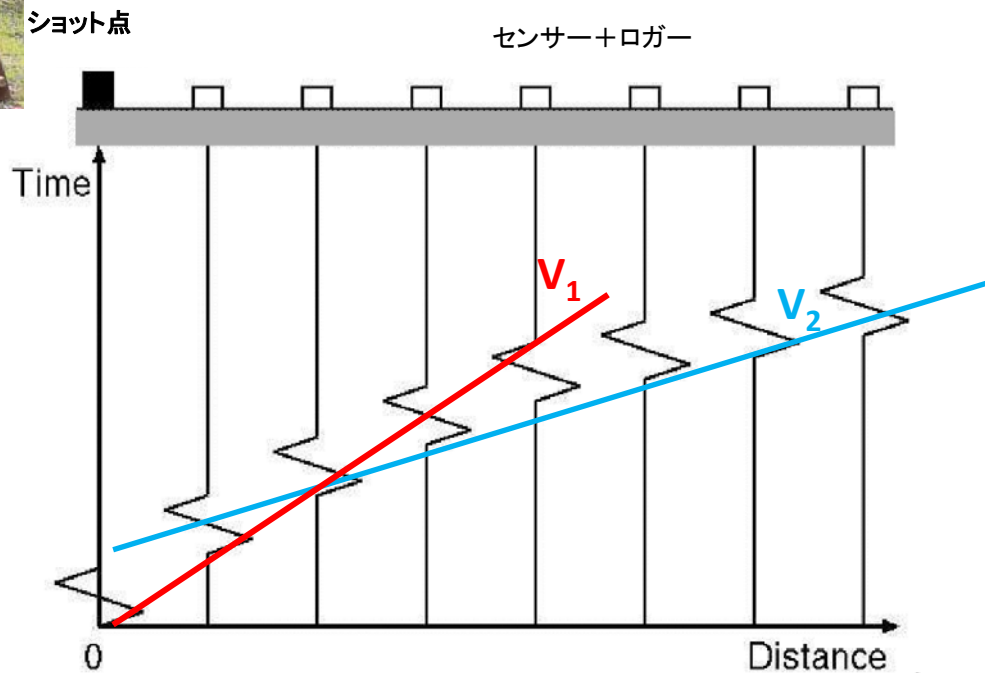


スタック処理



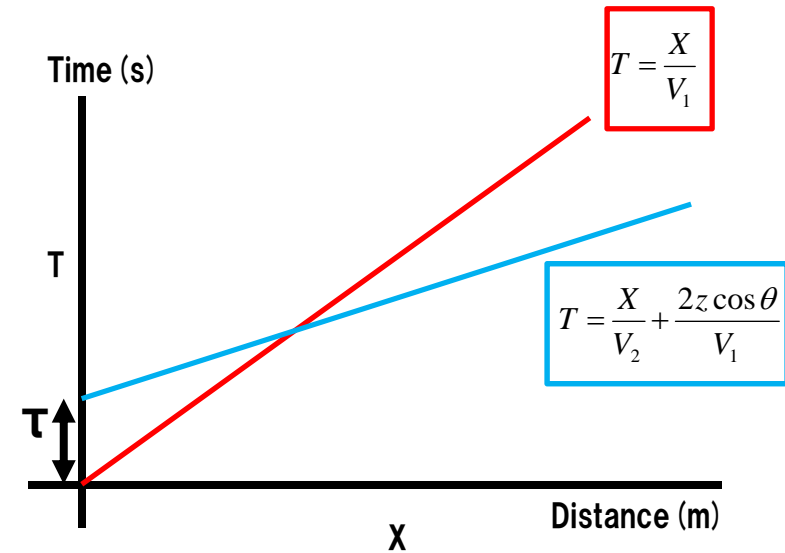
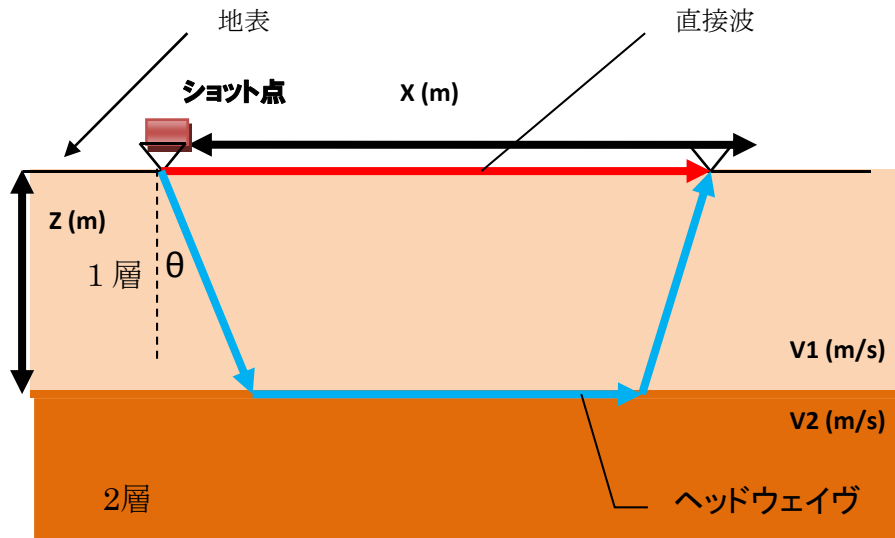
4. 走時曲線の作成

- スタックしたデータでレコードセクションを作成する
- 走時曲線を読みとる
初動走時を読み取り、線を引いて地震波速度構造を考える



5. 地震波速度構造の推定

- 地下構造を水平2層構造と仮定
- 走時曲線の傾き、切片から地震波速度($V_1 \cdot V_2$)と層厚(z)を求める

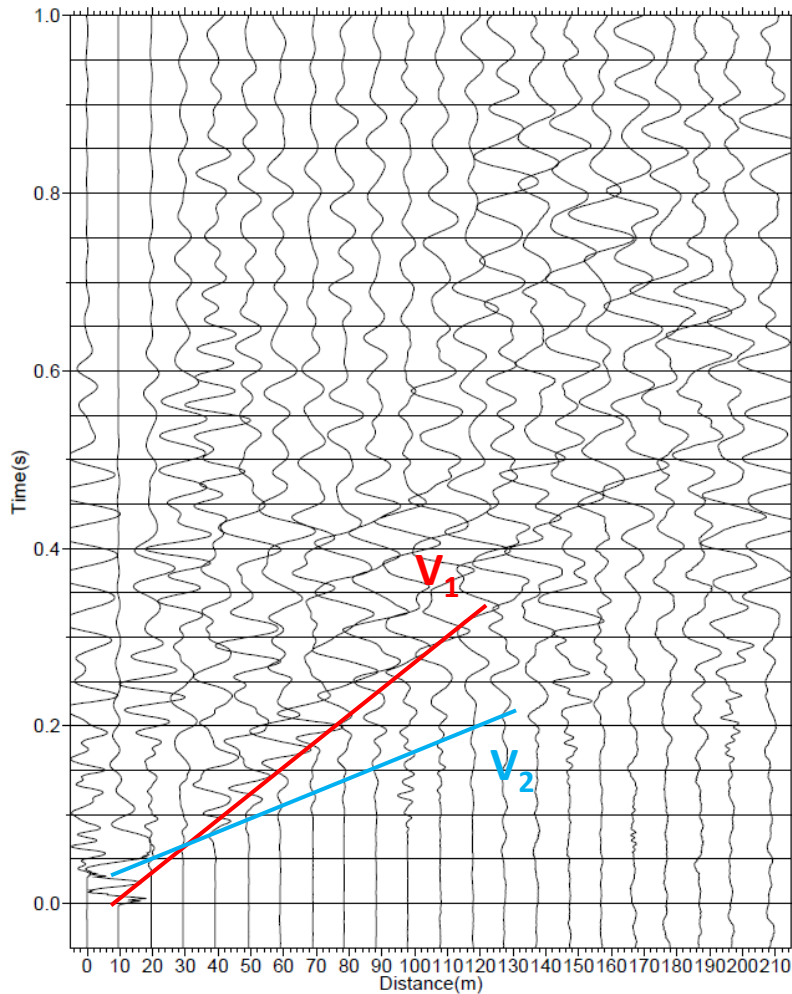


スネルの法則 $\frac{\sin \theta}{V_1} = \frac{1}{V_2}$

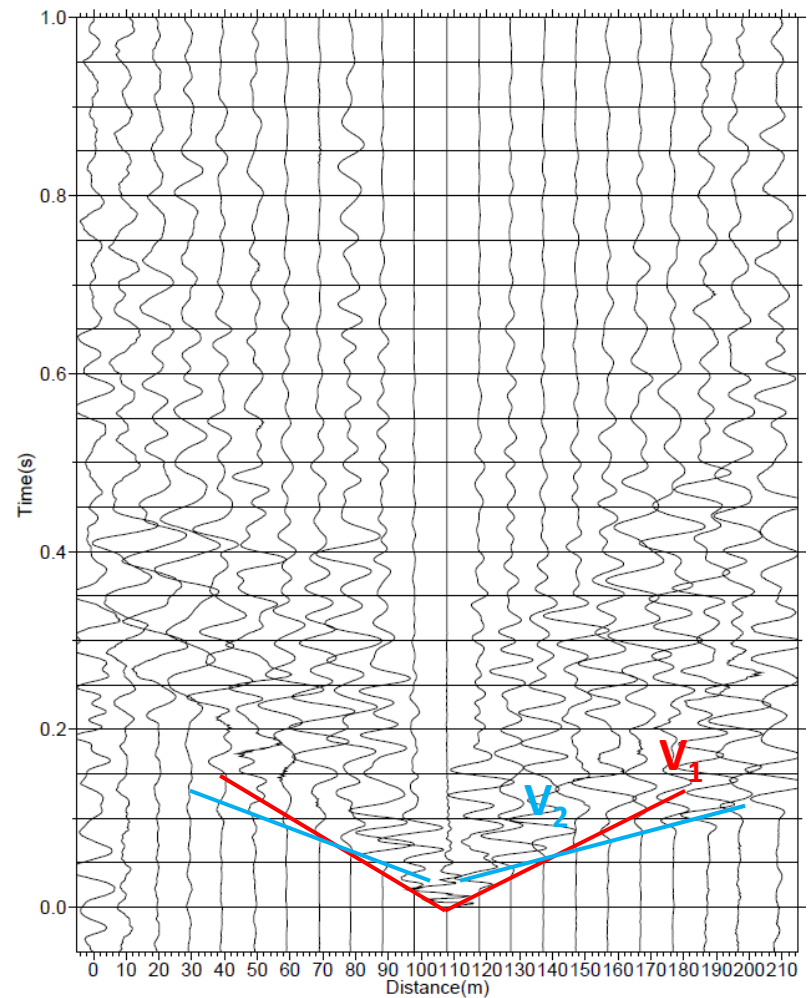
層厚: $z = \frac{\tau V_1}{2\sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}}$

走時曲線の例

SP02



SP12



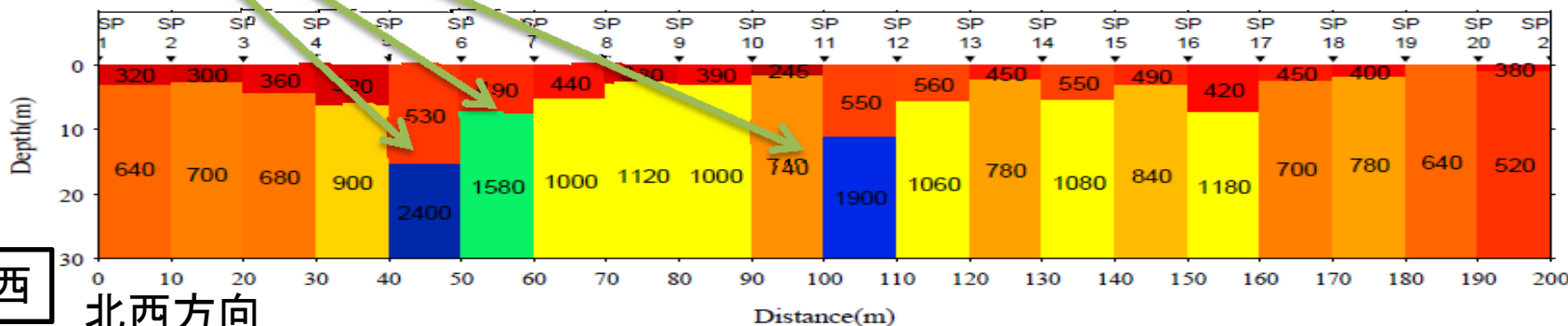
走時曲線から速度を読み取れる距離は50~100mくらい？

結果：1次元地震波速度構造

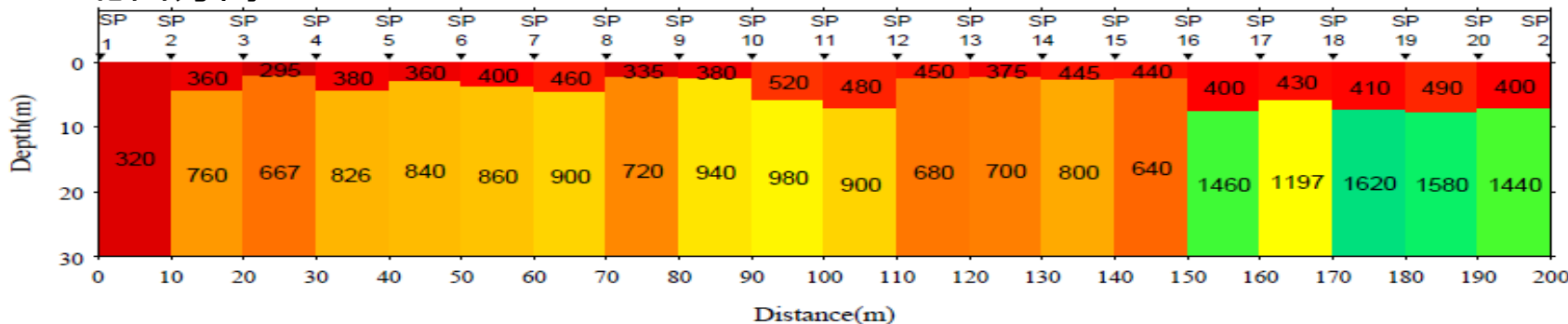
初動が弱く、読み取りが困難だった

走時曲線から読み取ったV1,V2と求めたZの値を各SPごとに記入。
一つのSPから得られる速度構造データが二つあるので、それぞれ
の方向についてまとめた。

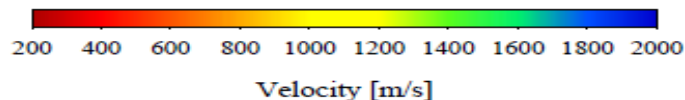
南東方向



北西方向



GM 2009 Sep 10 14:11:58 hw2d_ver2.pc



- 南東端では二つの速度構造はあまり一致しなかった。
- それ以外では一部を除き、ある程度の一致がみられた。

考察とまとめ

・あとのショット点ほど走時曲線から初動が読み取りにくかった。

➡ ショットの威力の大きさが初動の読み取りやすさに影響する。

・今回の解析では1層目、2層目の速度はそれぞれ、300～500(m/s)、600～(m/s)と推定された。

・今回の解析では1層目の層厚は、3～8(m)程度と推定された。

・水平2層構造では走時曲線を十分には説明できなかった。

➡ さらに複雑な構造が考えられる。



ご清聴

ありがとうございました