

平成17年度地球観測実習 構造探査班

竹内宏之・斉藤友比古・小竹翔子・小尾亜由美

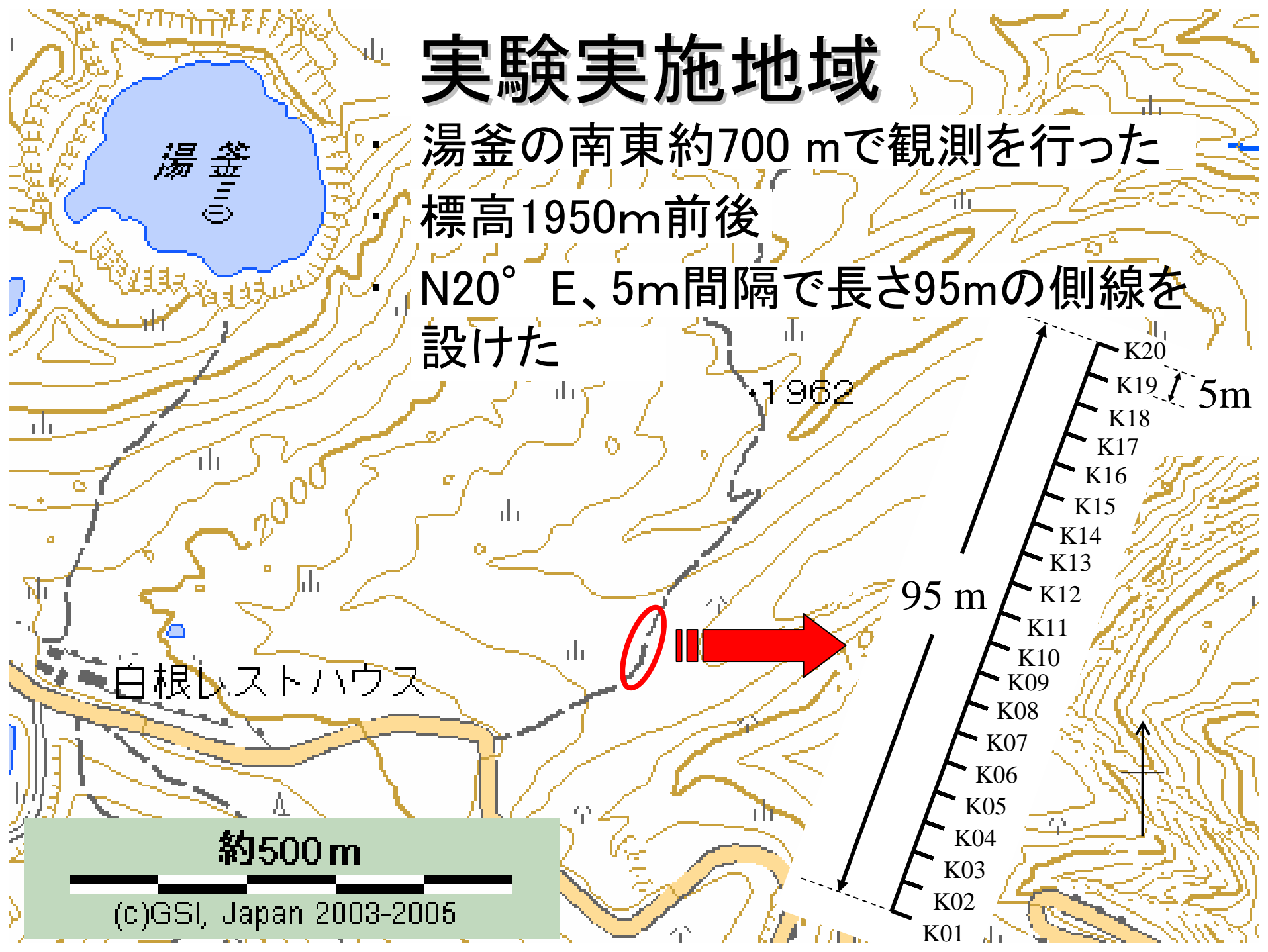
JUL 21 2005

目的

- ・ 構造探査実験の基本的手法を学ぶ
- ・ 得られたデータを用いて、地震波速度構造を求める

実験実施地域

- ・ 湯釜の南東約700 mで観測を行った
- ・ 標高1950m前後
- ・ N20° E、5m間隔で長さ95mの側線を設けた

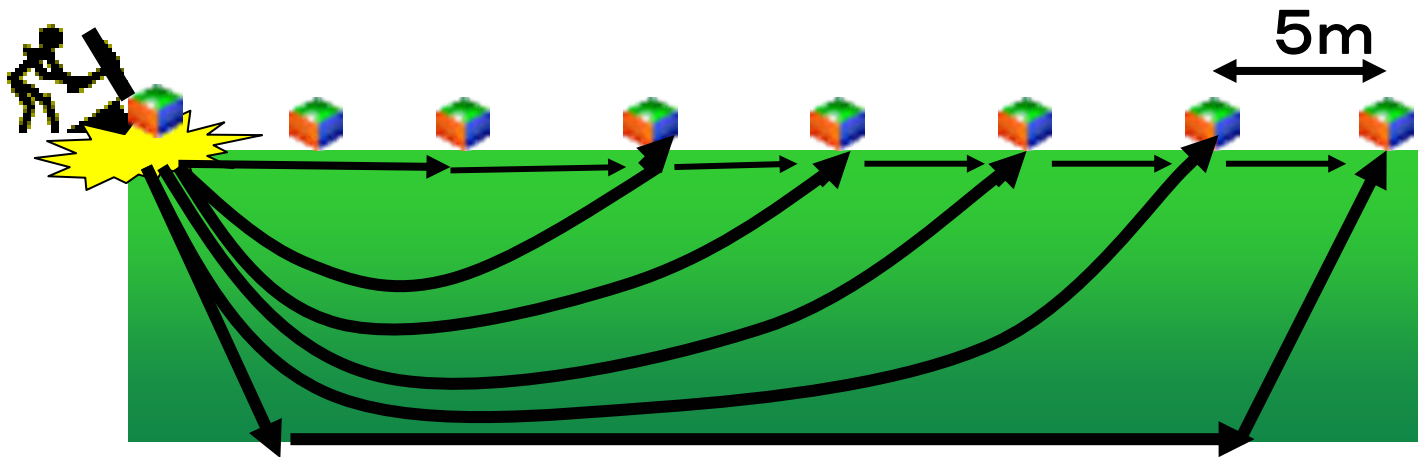


約500m

(c)GSI, Japan 2003-2006

観測手法

- ・ 地震波記録装置の設定
- ・ 地震計を5m間隔で設置
- ・ 各地点で円盤をハンマーで打ち、地震波を発生させる
- ・ 地震計、データの回収



地震波記録装置の設定

- ・ 記録装置の電池を入れ、作動確認
- ・ GPSから時刻情報を取りこみ、記録装置にデータを送る
- ・ 地震計のサンプリング周波数1kHz



地震計の設置

- ・ できるだけ真っ直ぐに95mの測線をとる
- ・ 測線上に5m間隔で20個の地震計、記録装置、GPSアンテナを置いた

GPSアンテナ



記録装置

地震計



地震波の発生

- ・ 地震計の脇に円盤を置き、ハンマーで10秒ごとに打つ
- ・ 各地点で数十回打つ
- ・ 測定時刻を記録しておく



観測終了

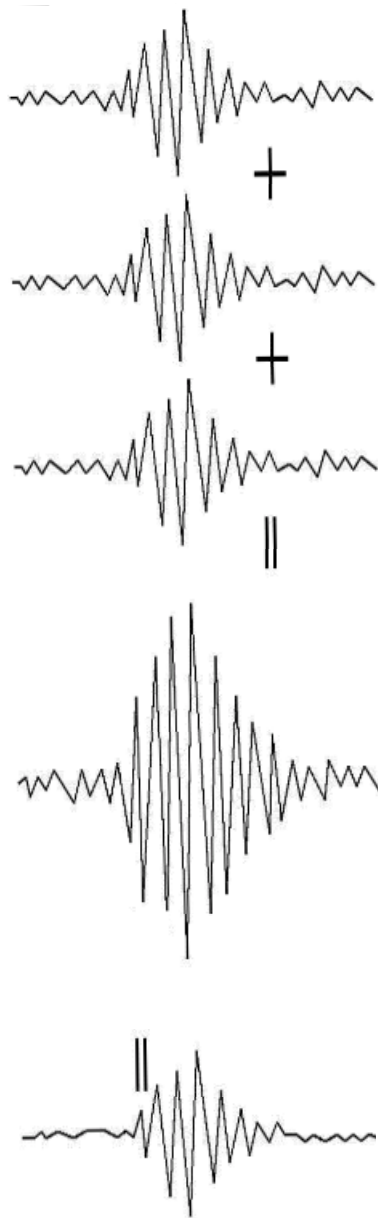
- ・ 地震計を回収
- ・ 地震計からPCへデータを取り込む



データ処理方法

- ・ 観測時刻の記録から震源を割り出す
- ・ データを切り出し、1ショットごとの初動を決める
- ・ スタック処理を行う
- ・ 発信源を時刻0として、各観測点の波形を並べる
- ・ 走時曲線を読み取る
- ・ 地震波速度構造を計算する

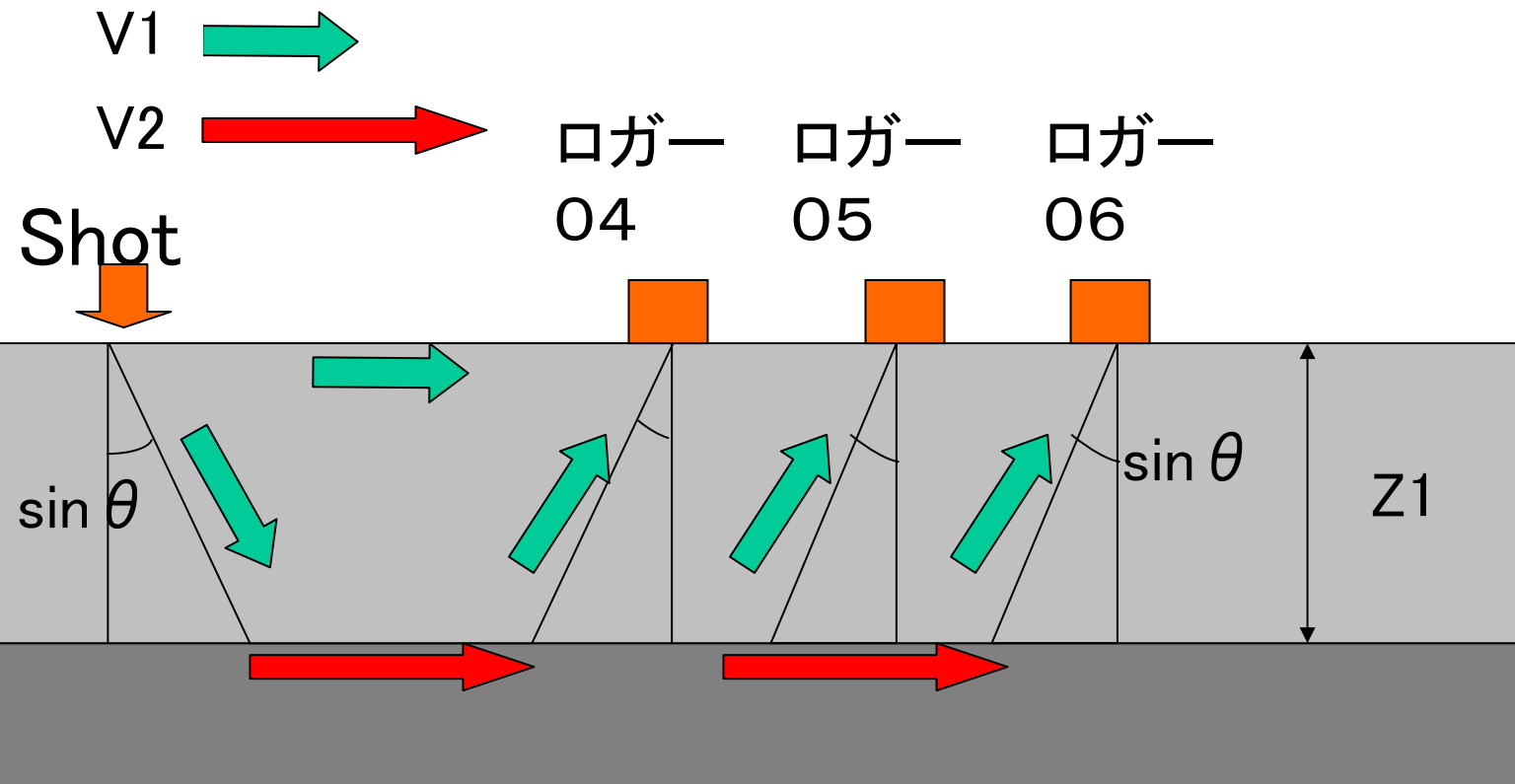
スタック処理



- ・ S/N(Signal/Noise)比を向上させるため、同じロガーに記録されている波を、一定時間の波形で切り取って、全部を初動が重なるように足し合わせる。
- ・ この処理により、「測定機器系のノイズ」+「足跡などの人的ノイズ」の両方が消えて初動が見やすくなる。

地震波速度構造

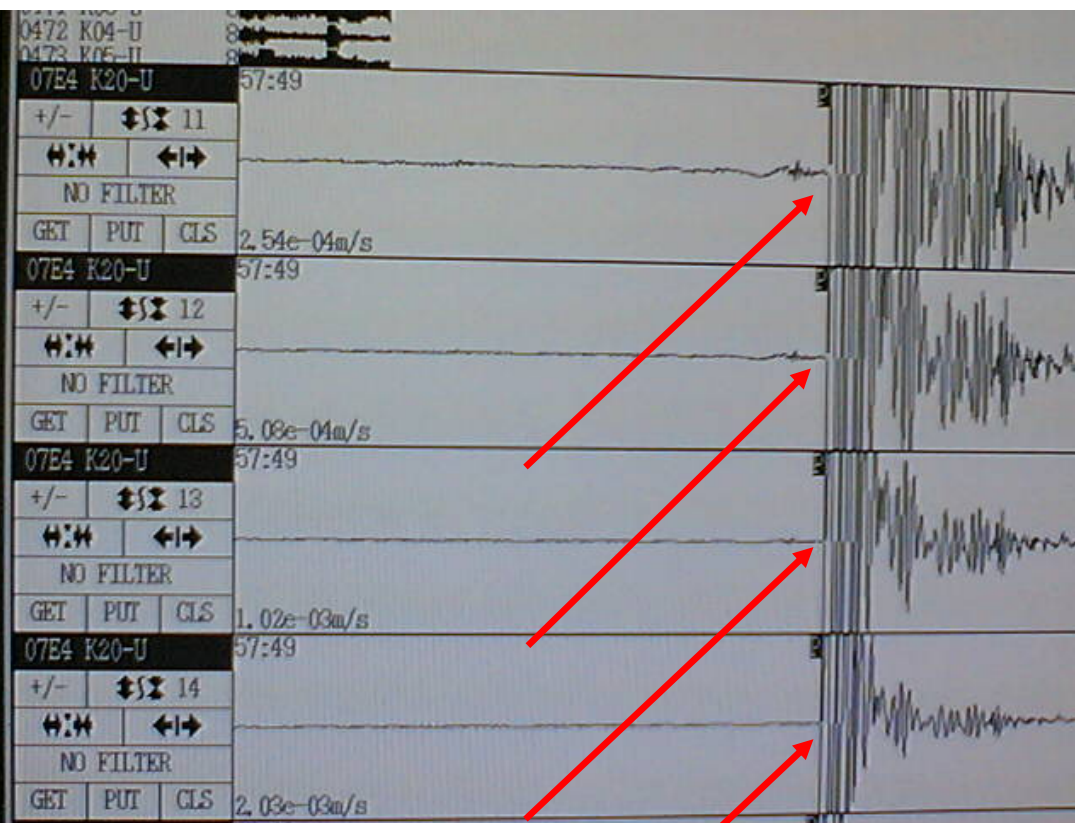
- ・ 水平2層構造と仮定して地震波速度と層厚を求める
- ・ 直接波、屈折波の走時から V_1, V_2, Z_1 を求める



データ処理手順

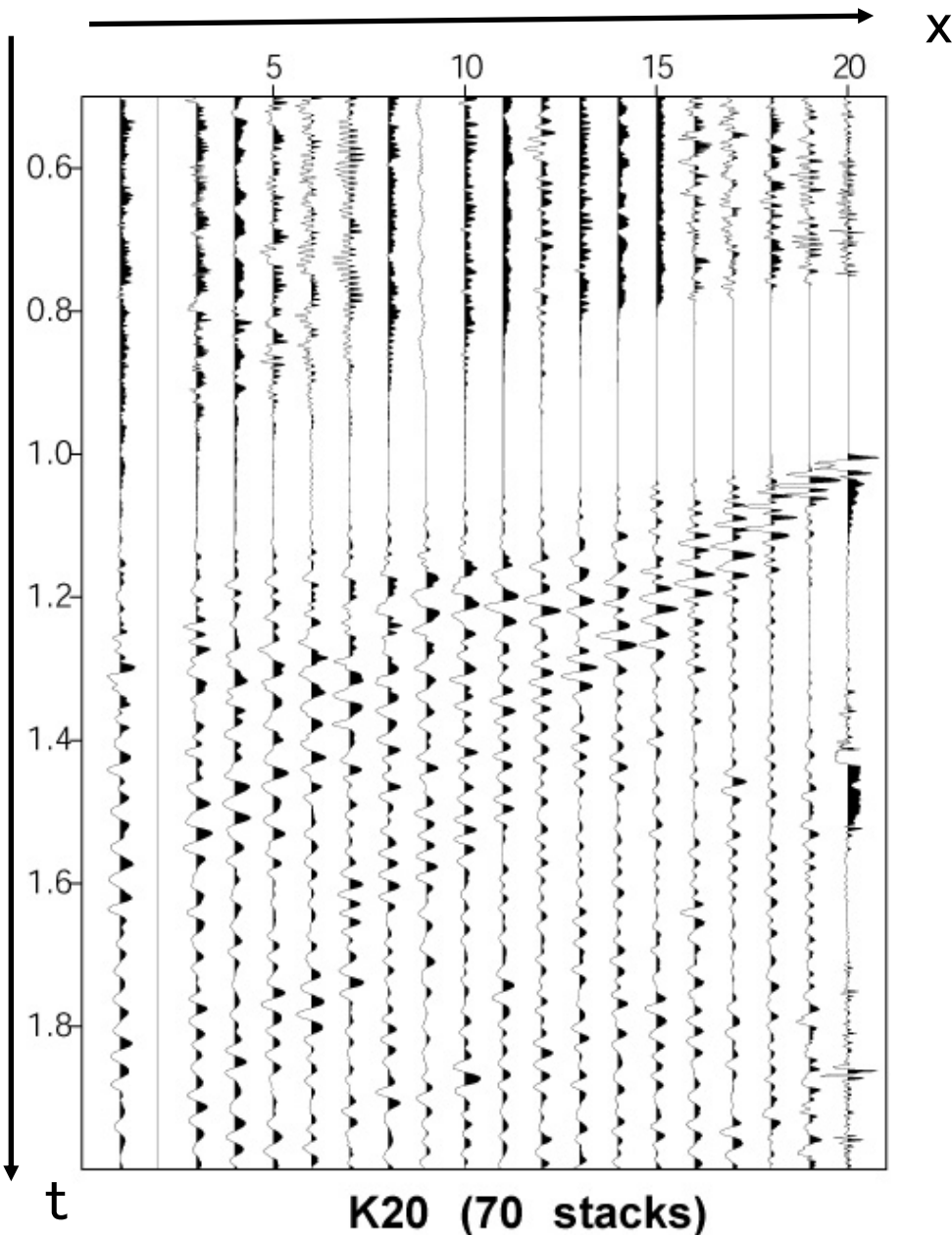
- 1) データロガーに記録されている波の内、フィールドノートと対応するものを使って各shot 時刻を1/1000秒の精度で求める。
- 2) 同じロガーのデータに対してスタック処理を行い、S/N比を上げて波形を見やすくする。
- 3) shot 時刻から+1.0秒までの全ロガー(K01-K20の20個)の記録を切り取って、平行に並べて表示(paste up)。
- 4) この図から走時曲線(2直線)を作成し、第一層速度 v_1 、第二層速度 v_2 、1層厚さ z_1 を水平2層構造を仮定して求める。

処理1 Shot時刻読み取り



- ・ フィールドノートの記録は秒の精度まで。
- ・ 波形から1/1000秒まで絞り込む

処理3 paste up

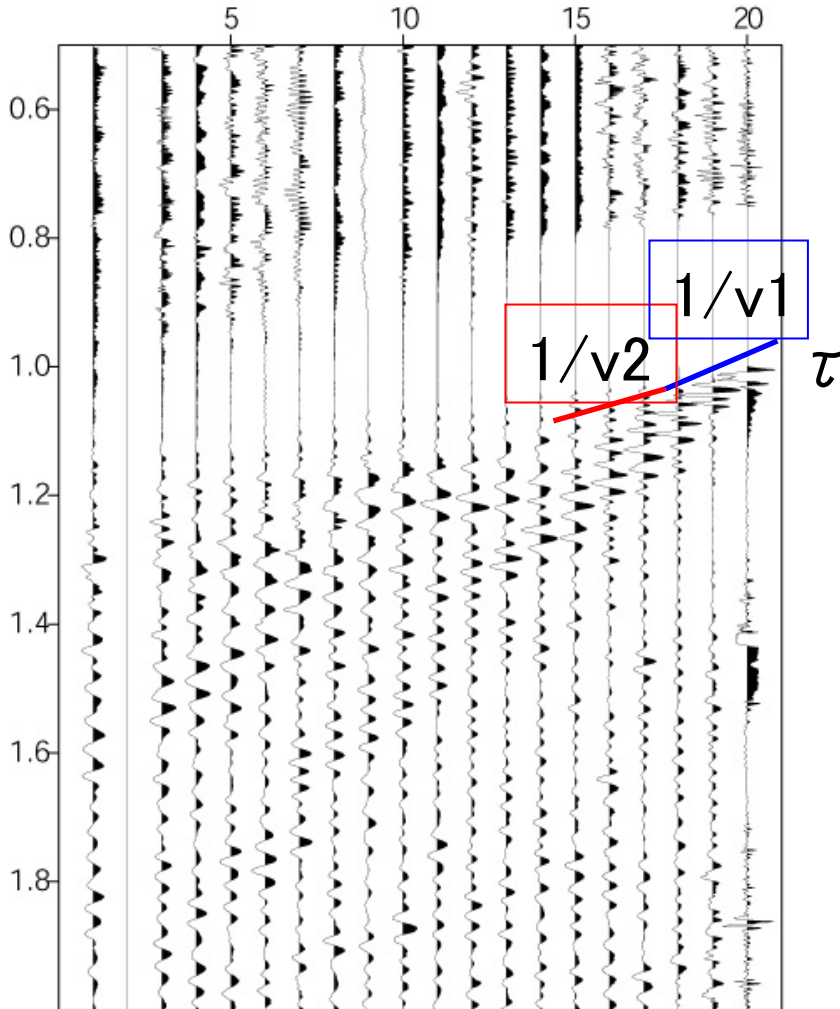


全ての観測地点での、
同時刻の記録を並べ
て、直達波及び屈折
波の伝搬を読み取る



走時曲線作成

処理4 走時曲線の読み取り



K20 (70 stacks)

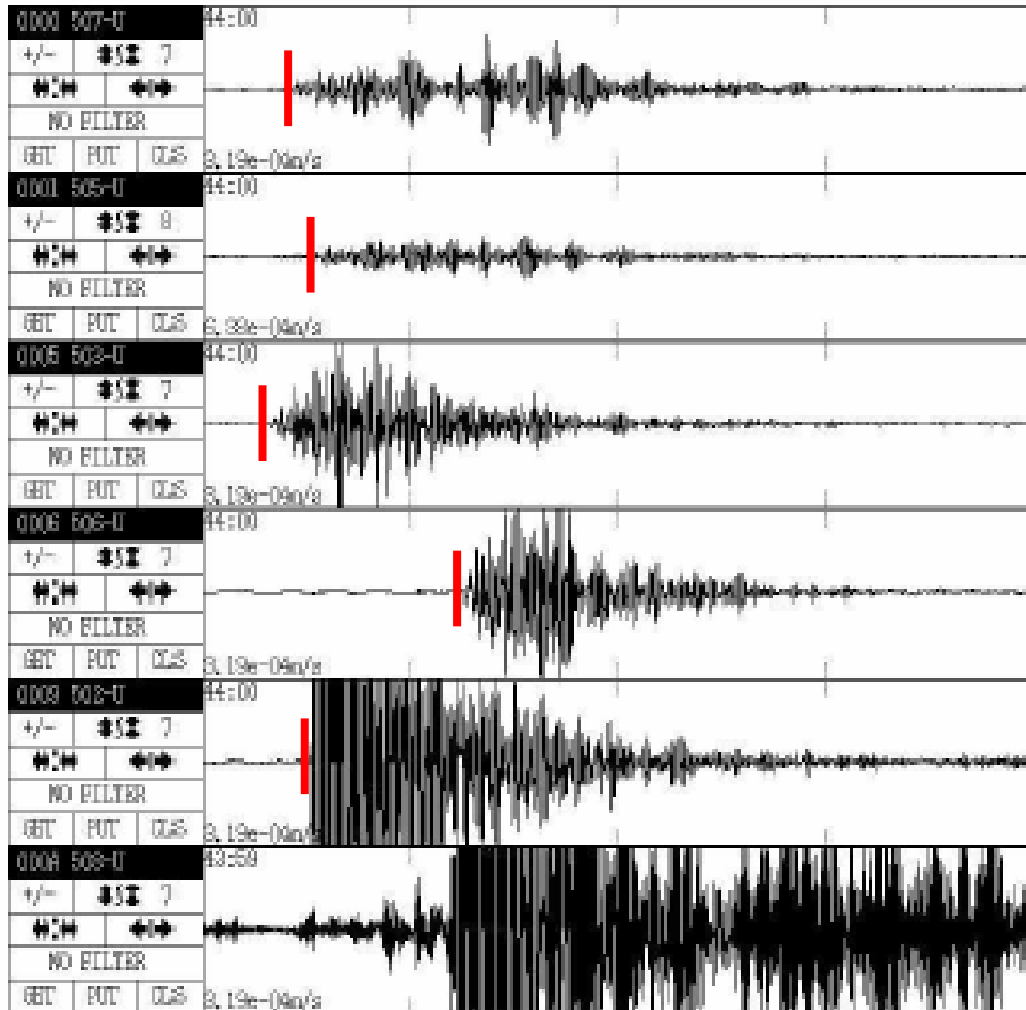
- ・ 最小2乗法を使って2直線を引き、傾き $1/v_1, 1/v_2$ 及びy切片 τ を求める。下の式から第一層厚さ z_1 が求まる

$$T = \frac{1}{v_2}x + \frac{2z_1 \cos\theta_{12}}{v_1} = \frac{1}{v_2}x + \tau$$

$$\therefore z_1 = \frac{\tau \times v_1}{2 \cos\theta_{12}} = \frac{\tau \times v_1}{2\sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2}} = \frac{\tau \times v_1 \times v_2}{2\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$$

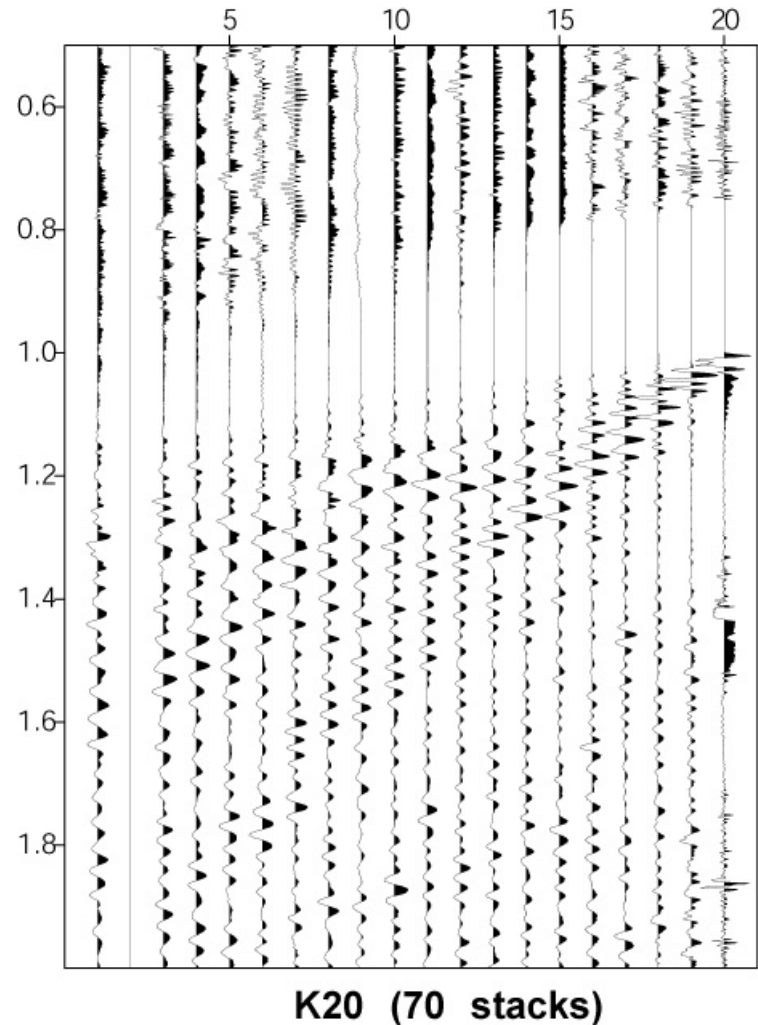
$$\left(\cos\theta_{12} = \sqrt{1 - \sin^2\theta_{12}} = \sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2} \right)$$

地震波形

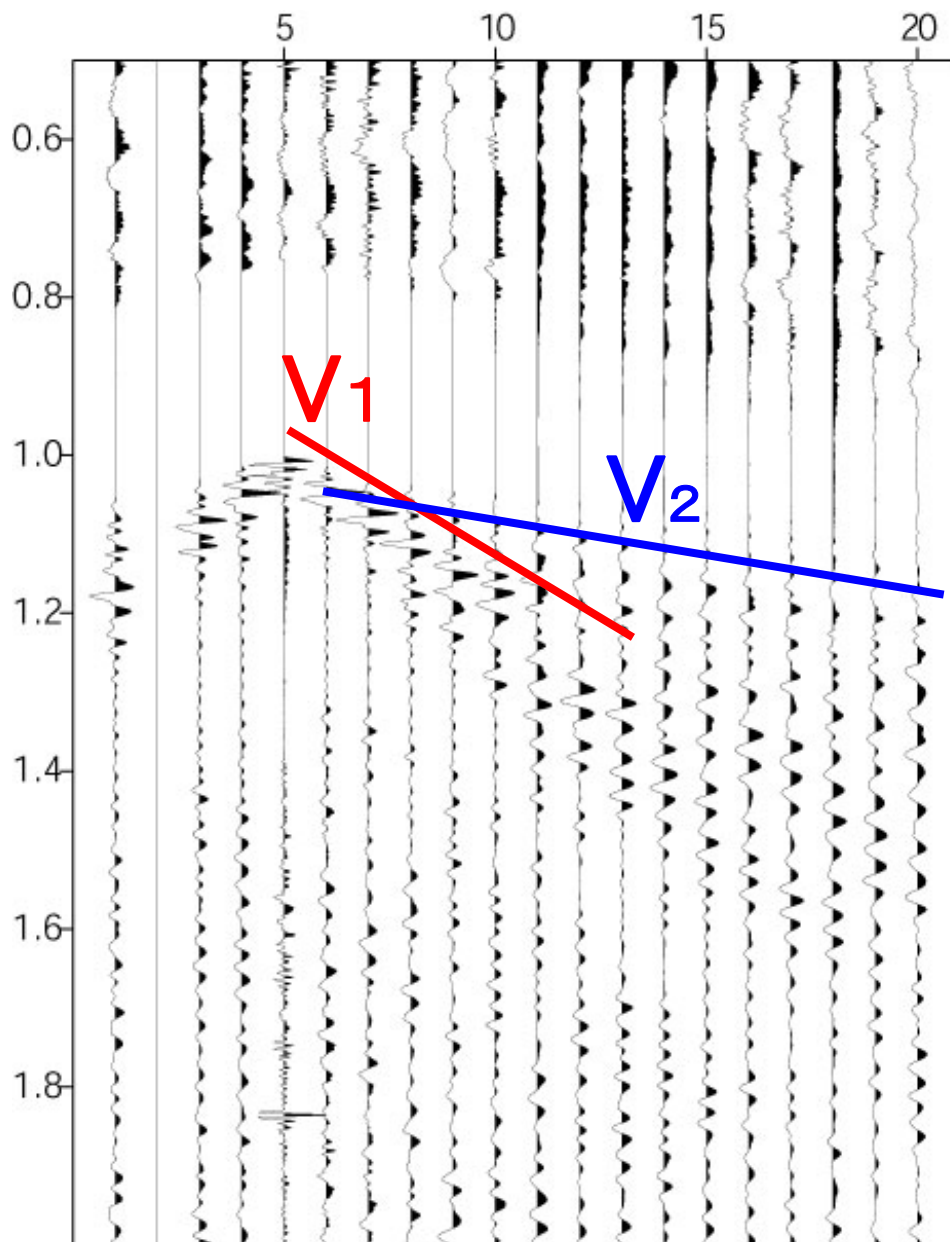
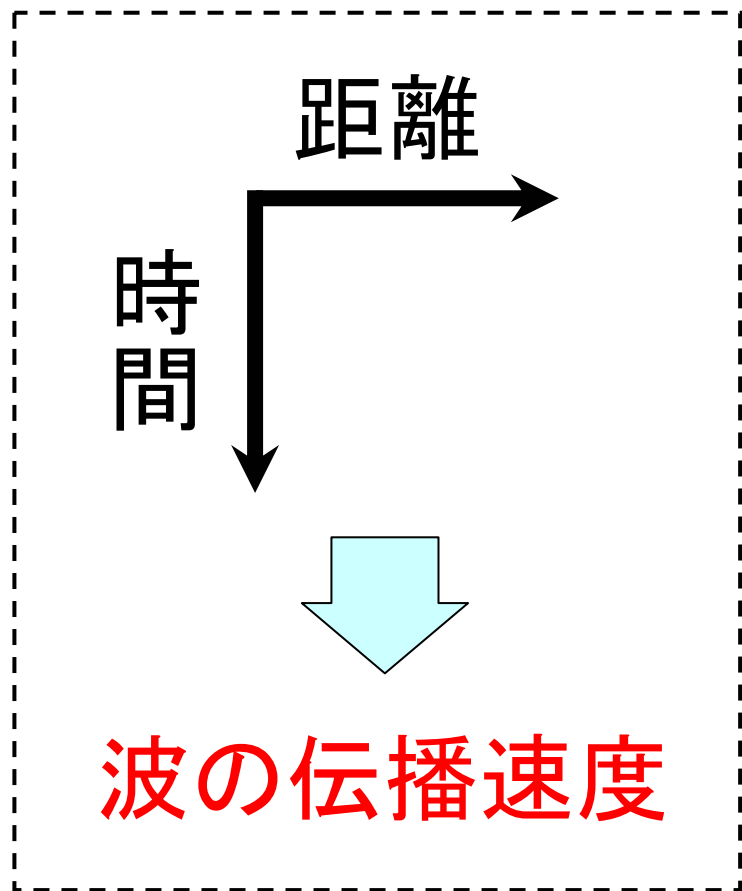


データ処理の結果

- ・ ノイズがキャンセルして伝播の様子ははっきり見える。
→いつ波が到達したのかを正確に読み取ることが可能になる。

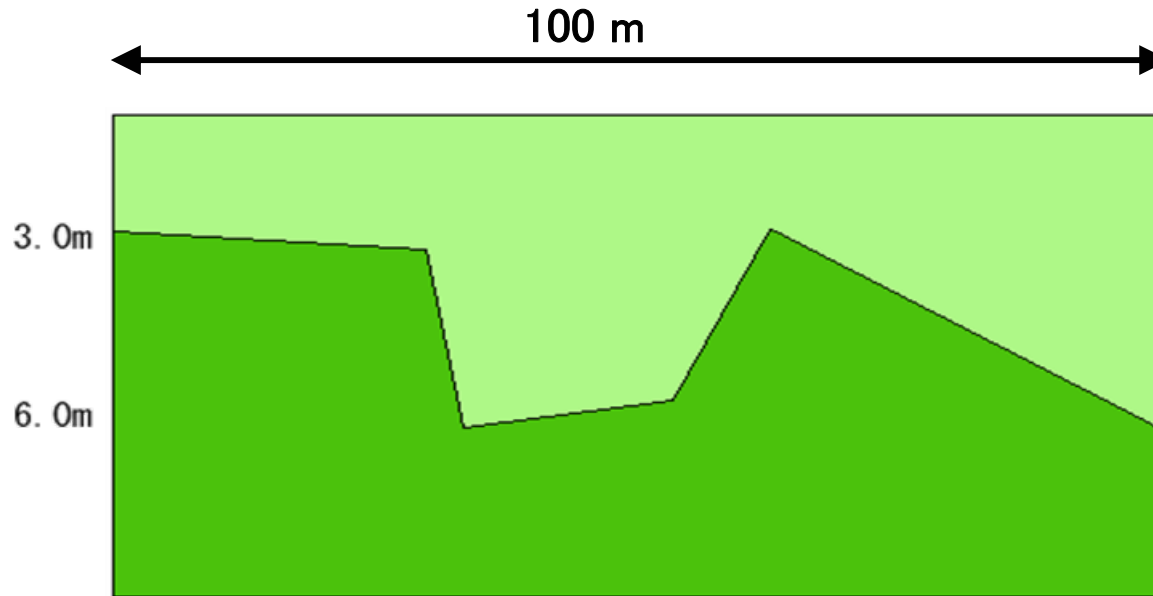


走時曲線



K05 (22 stacks)

推定断面図



- ・ K10付近の地下にくぼんだ構造があると推定される。
- ・ 一層目と二層目の境界は水平構造ではない複雑な形状をしている。

地質図概略



考察・まとめ

- ・ 上手く叩いたときと叩けなかったときで大きな差はなかった
- ⇒ 円盤がなくても十分な波形は得られる
- ・ 速度のみで地下の構造を推定するのは難しい
- ⇒ 他の手法による調査が必要
- ・ ノイズをゼロにするのは現実的に不可能
- ⇒ スタックの効果はあり
- ・ 走時曲線の読み取りが困難で誤差が大きい
- ・ 水平2層構造と仮定したが、水平ではなかった

おわり

ご静聴ありがとうございました